



SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Muhasebe Finans ve Bankacılık Ana Bilim Dalı

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELİK TEŞVİKLER
İLE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ ARASINDAKİ ETKİLEŞİM
VE FİNANSAL YANSIMALARI**

Yüksek Lisans Tezi

Nurettin ERDOĞAN

Sivas
Ocak 2020

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Muhasebe Finans ve Bankacılık Ana Bilim Dalı

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELİK TEŞVİKLER
İLE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ ARASINDAKİ ETKİLEŞİM
VE FİNANSAL YANSIMALARI**

Yüksek Lisans Tezi

Nurettin ERDOĞAN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNCAY

Sivas
Ocak 2020

KABUL VE ONAY

Üniversite: : Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ana Bilim Dalı : Muhasebe Finans ve Bankacılık
Tezin Başlığı : Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ile Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki Etkileşim ve Finansal Yansımaları
Savunma Tarihi : 25/12/2019
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNCAY

Unvanı - Adı Soyadı

İmza

Jüri Başkanı : Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNCAY

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yakup ÜLKER

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Veysel YILMAZ

Oy Birliği

Oy Çokluğu

Nurettin ERDOĞAN tarafından hazırlanan Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ile Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki Etkileşim ve Finansal Yansımaları başlıklı tez, kabul edilmiştir./..../.....

Prof. Dr. Ahmet ŞENGÖNÜL
Enstitü Müdürü

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Yüksek Lisans tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Başkalarına ait alıntılanan tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dahil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini, tırnak içerisinde veya farklı dizerek verdiğim yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

02/01/2020

Nurettin ERDOĞAN



TEŐEKKÜR

Bu tez çalıőmasında ‘‘Türkiye’ de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ile Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki Etkileşim ve Finansal Yansımaları’’ konusu ele alınmaktadır. Bu konunun belirlenmesinde, tez yazım sürecinde, verilerin analizi, yorumlanması, değerlendirilmesinde yol gösterici olan ve çalıőmamı tamamlamam konusunda öğreticiliğini esirgemeyen danıőmanım Dr. Öğr. Üyesi Merve TUNCAY hocama çok teőekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teőekkürlerimi sunarım.

Nurettin ERDOğAN

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
KISALTMALAR	iii
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	3
1. ENERJİ KAVRAMI VE TÜRLERİ	3
1.1. Enerji Kavramı ve Ülkeler Açısından Enerjinin Önemi.....	3
1.2. Enerji Kaynakları	5
1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları	6
1.2.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	6
1.2.1.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları	7
1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları	7
1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklar	8
1.3.1. Güneş Enerjisi.....	8
1.3.2. Rüzgâr Enerjisi	11
1.3.3. Hidroelektrik Enerjisi	15
1.3.4. Hidrojen Enerji	18
1.3.5. Jeotermal Enerji	21
1.3.6. Biyokütle Enerjisi	25
1.3.7. Deniz Akımları Enerjisi	27
İKİNCİ BÖLÜM	31
2. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İLE İLGİLİ GENEL GÖRÜNÜM VE UYGULANAN TEŞVİKLER	31
2.1. Türkiye’de Enerji Sektörünün Görünümü.....	31
2.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Uygulanan Teşvik ve Düzenlemeler	33
2.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü.....	41

2.3.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi	43
2.2.2. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi	46
2.2.3. Türkiye’de Hidroelektrik Enerji	49
2.2.4. Türkiye’de Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	52
2.2.6. Hidrojen Enerjisi Potansiyeli	59
2.2.7. Türkiye’ de Deniz Akımları Enerjisi.....	60
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	65
3. TÜRKİYE’ DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELİK TEŞVİKLER	
FİNANSAL YANSIMALARI	65
3.1. Amaç ve Önem	65
3.2. Literatür Özeti.....	65
3.3. Veri Seti ve Yöntem.....	71
3.4. Analiz Bulguları.....	80
SONUÇ VE ÖNERİLER	89
KAYNAKÇA.....	91
ÖZ GEÇMİŞ.....	99

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Genişletilmiş Dickey Fuller
ARDL	: Dağıtılmış Otoregresif Sınır Testi
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
BP	: British Petroleum
BRICS	: Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti
DF	: Dickey Fuller
DSİ	: Devlet Su İşleri
ECM	: Hata Düzeltme Modeli
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
ENAR	: Enerji Sektörleri Ar-Ge Proje Destekleme Programı
ERS	: Yenilenebilir Enerji kaynaklarından Elektrik üretilmesi
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
Gton	: Gigaton
GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawatt saat
HES	: Hidroelektrik Santrali
ICHET	: Birleşmiş Milletler uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi
KEP	: Kilograma Eşdeğer Petrol
Kg	: Kilogram
Km	: Kilo Metre

Ktoe	: Bin Ton Eşdeğer Petrol
Kw	: Kilowatt
kWh	: Kiowaatt saat
LM	: Langrange Çarpanları
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
Lt	: Litre
MENA	: Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri
MJ	: Megajul
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: Megawatt
MWh	: Megawatt saat
NRD	: Doğal Kayakların Tükenmesi
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OTEC	: Okyanus Termal Enerji Dönüşümü
PP	: Phillips-Perron
STK	: Sivil Toplum Kuruluşları
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim AŞ
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TEP	:Ton Eşdeğer Petrol
TÜFE	: Tüketici Fiyat Endeksi
TWh	: Terawaatsaat
UNİDO	: Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü
W	: Watt
Wh	: Watt saat

YEK : Yenilenebilir Enerji Kaynağı

YEKDEM : Yenilenebilir Enerji Kaynağı Destekleme Mekanizması





TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Elektrik Üretiminde Kullanılan Çeşitli Yakıtların Enerji Eşdeğerleri.....	8
Tablo 2. Güneş Enerjisi Dönüşümleri.....	9
Tablo 3. Kanal Uç Hızına Bağlı Olarak Rotor Kanat Sayısı	13
Tablo 4. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Bağlı Olarak Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları [12] (Lindal Diyagramı).....	23
Tablo 5. Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimi ve Metan Oranı..	25
Tablo 6. Biyokütle Enerji Kaynakları.....	26
Tablo 7. Biyokütle Kaynakları Kullanılan Çevrim Teknikleri Bu Teknikler Kullanılarak Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulama Alanları	26
Tablo 8. Dalga Enerjisi için Mevcut Sistemler ve İşlemleri.....	29
Tablo 9. Dünya Birincil Enerji Verileri.....	31
Tablo 10. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Görünümü (GWh)	32
Tablo 11. I Sayılı cetvel	35
Tablo 12. II sayılı cetvel	36
Tablo 13. Türkiye'nin 2017 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Durum	42
Tablo 14. Türkiye’deki bölgeler ve Güneşlenme süreleri	45
Tablo 15. Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi(Yıllık)(GWh.....	45
Tablo 16. Güneş Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı ve Ödenen Teşvik Miktarı	46
Tablo 17. Bölgeler Göre Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunlukları	48
Tablo 18. Rüzgar Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı ve Ödenen Teşvik Miktarı	49
Tablo 19. Türkiye Teorik HES Potansiyelinin Havzalara Göre Dağılımı	51
Tablo 20. Hidroelektrik enerji için 5346 sayılı kanunun I ve II sayılı cetvelden yararlanan toplam firma sayısı ve ödenen teşvik miktarı	52
Tablo 21. Jeotermal Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı ve Ödenen Teşvik Miktarı	55
Tablo 22. Türkiye Biyokütle Enerjisi Genel Bilgi.....	58

Tablo 23. Biyokütle Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı ve Ödenen Teşvik Miktarı	59
Tablo 24. Türkiye’deki Ortalama Bölgesel Dalgaların Yoğunlukları	61
Tablo 25. Kullanılan Değişkenler Tablosu	72
Tablo 26. ADF Birim Kök Testlerinin Sonuçları	81
Tablo 27. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi.....	82
Tablo 28. Granger Nedensellik Sınaması Sonuçları	82
Tablo 29. Sınır Testi Bulguları.....	84
Tablo 30 Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimine İlişkin ARDL Sonuçları	87
Tablo 31 Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimine İlişkin Uzun Dönem ARDL (3.3.3.3) Tahmin Sonuçları.....	85
Tablo 32. Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimine İlişkin Kısa Dönem ARDL (3.3.3.3) Tahmin Sonuçları	85
Tablo 33. Sınır Testi için Otokorelasyon, Değişen Varyans, Yapısal Değişim Sınamaları	86

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Lisans Verilen Kurulu Güç 2019 (MW)	33
Şekil 2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üreten Tesislerin Kurulu Güç Gelişimi	43
Şekil 3. Türkiye Güneş Enerjisi Atlası.....	44
Şekil 4. Rüzgar Potansiyel Enerji Atlası	48
Şekil 5. Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyel Haritası	50
Şekil 6. Türkiye Jeotermal Enerji Atlası	53
Şekil 7. Jeotermal Enerjiden Yıllık Elektrik Üretimi (GWh)	54
Şekil 8. Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretiminin Toplam Karşılama Oranı	54
Şekil 9. Türkiye Orman Varlığı Haritası	57
Şekil 10. Türkiye'de Biyoatık ve Yakıt (ktoe) Üretimi.....	58
Şekil 11. Türkiye Toplam Dalga Enerjisi Potansiyeli	62



ÖZET

Yenilenebilir enerji doğanın korunması ve ülkelerin enerjide dışa bağımlılığının azalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarından azımsanmayacak derecede temiz ve sürdürülebilir enerji üretme ihtimali tüm Dünya’da ilgi uyandırmaktadır. Bu çalışmayla da Türkiye’nin 1984-2018 dönemine ait yıllık verileri kullanılarak yenilenebilir enerji üretimi ile seçilmiş makroekonomik değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkileri araştırılmaktadır. Değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı ARDL sınır testi ile incelenmiştir. Sınır testi sonucunda büyüme, cari denge, net ihracat ve toplam enerji üretiminin kısa ve uzun dönemde toplam yenilenebilir enerji üretiminin belirleyicilerinden olduğu gösterilmiştir. Granger nedensellik sonuçlarına göre; net enerji ile cari denge arasında çift yönlü granger nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Toplam enerji üretimi değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi, kişi başı GSYİH, net enerji, büyüme ve cari denge değişkenlerine doğru, büyüme değişkeninden toplam yenilenebilir enerji, net enerji ve enflasyon değişkenlerine doğru, net enerji değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başı GSYİH’la değişkenlerine doğru, cari denge değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri bulunmaktadır. Analiz sonucunda yürütülen sağlamlık testleri ise verilerde otokolerasyon, değişen varyans ve yapısal kırılma sorunlarının olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji Teşviki, Büyüme Oranı, Cari Denge, Net Enerji, Toplam Enerji Üretimi, Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimi.



ABSTRACT

Renewable energy plays an important role in protecting nature and reducing the dependence of countries on energy. Nevertheless, the possibility of generating clean and sustainable energy from renewable energy sources has attracted interest all over the world. It works with short and long-term relations between Turkey selected by the renewable energy production using annual data for the period 1984-2018 macroeconomic variables being investigated. ARDL limit test was used to determine whether there was a statistically significant relationship between the variables. As a result of the border test, growth, current account balance, net exports and total energy production are the determinants of total renewable energy production in the short and long term. According to Granger causality results; There is a bi-directional granger causality relationship between net energy and current balance. From total energy production variable to total renewable energy production, per capita GDP, net energy, growth and current balance variables, from growth variable to total renewable energy, net energy and inflation variables, from net energy variable to total renewable energy production and per capita GDP There are one-way causality relationships from the current balance variable to the total renewable energy generation variable. On the other hand, robustness tests conducted as a result of the analysis show that there are no autocorrelation, changing variance and structural breakage problems in the data.

Keywords: Renewable Energy Encouraged, Growth Level, Current Balance, Total energy, Total Energy Production, Total Renewable Energy Production.



GİRİŞ

Enerji insanoluğunun var oluşundan itibaren en temel ihtiyaçlarından biridir. Enerji, insanların kendini koruması, hayatlarını kolaylaştırması ve yaşam seviyesinin yükseltilmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Enerjinin dünyanın var oluşundan itibaren günümüze kadar insanların ihtiyacı doğrultusunda geliştiği gözlenmektedir. Günümüzde enerji insanların hayatlarını kolaylaştırması bakımından vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir.

Enerjiyi ekonomik olarak ele aldığımızda, hem arz hem de talep fonksiyonlarını etkilemektedir. Firma ve bireylerin enerji kullanımı hakkında artış veya azalış kararları bazı makroekonomik değişkenleri etkiler iken bazı makroekonomik değişkenleri etkilememektedir.

Enerji ülke ekonomisi için önemli bir unsurdur. Devletler enerji kaynaklarını elde etmek için birbiriyle yarışmaktadır. Dolayısıyla enerji devletlerin sanayisinin gelişmesinde ve halkının yaşam standartlarının artırılması açısından önemlidir. Genel olarak kullanılan enerji kaynaklarının tükenebilir olması çevreyi olumsuz etkiler ve ülkelerin dışa bağımlılığını artırır. Ülkelerin; doğanın korunması ve dışa bağımlılıklarının azalması için yenilenebilir enerji potansiyellerinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye de cari denge, büyüme, toplam enerji üretimi, kişi başına düşen GSYİH ve net enerjinin toplam yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisinin inceleneceği bu çalışmada ilk olarak birinci bölümde; enerji kavramı üzerinde durularak; enerjinin tanımlanması ve ülkeler için önemi, enerji kaynakları, yenilenebilir enerjinin tanımı özellikleri avantaj ve dezavantajları anlatılmaktadır. Yenilenebilir enerji, doğada sınırsız olan sürekli olarak kendini yenileyebilen kullandıkça bitmeyen enerjidir. Yenilenebilir enerjiyi yenilenemez enerjiden ayıran en büyük özelliğinin yenilenebilir enerji kendini bir gün gibi kısa bir sürede yenilerken yenilenemez enerjilerin kendini yenilemesinin çok uzun yıllar sürmesidir. Yenilenebilir enerji kaynakları doğaya ve çevreye verdiği zarar bakımından yenilenemez enerji kaynaklarına göre çok çok azdır.

İkinci bölümde ise; Türkiye’de enerji sektörü görünümü, Türkiye’deki yenilenebilir enerjiye yönelik yapılan teşvikler ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli anlatılmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji potansiyelinin içerisinde Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarını desteklemesi mekanizmasından yararlanan firmaların sayısı, ürettiği enerji ve bunun sonucunda firmalara ödenen tutarlar tablo halinde gösterilmiştir. Türkiye’nin enerji sektörünü düzenleme ve destekleme amaçlı çıkardığı yasaların 2000-2018 yılları arasında sektöre olan yansımaları enerji üretiminde her yıl daha fazla artış yaparak geliştiği gözlenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise; yenilenebilir enerjinin ülke ekonomisi açısından önemini ortaya koymak üzere Türkiye’de cari denge, büyüme, net enerji, kişi başına düşen GSYİH ile toplam üretilen enerji miktarının toplam yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki payı incelenmiştir. Bu inceleme yapılırken kullanılan Genişletilmiş Dickey-Fuller(ADF)birim kök testi, ARDL sınır testi ile Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Ayrıca çalışmanın daha sağlıklı ve güven verici sonuçlara ulaşabilmesi için sağlamlık testleri uygulanmıştır. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası veritabanı, Dünya Merkez Bankası veritabanı ve Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi’nden elde edilen veriler üzerinde otokorelasyon sınaması Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test, değişen varyans sınaması Breusch-Pagan-Godfrey testi ve yapısal kırılma sınaması CUSUM ve CUSUM of Squares sınamaları ile incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; cari denge, büyüme, net enerji ve toplam enerji üretimi ile toplam yenilenebilir enerji üretimi arasında anlamlı ilişki ortaya çıkmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ENERJİ KAVRAMI VE TÜRLERİ

1.1. Enerji Kavramı ve Ülkeler Açısından Enerjinin Önemi

Yunan kökenli olan enerji kelimesi 16. yüzyılda ortaya çıktığında İngilizcede hiçbir anlam ifade etmemekteydi. Aristo tarafından enerji kelimesi güçlü ve hareketli anlamında kullanılmaktaydı. Sanayi devriminden sonra bilim adamları tarafından geliştirilerek ısı transferi, elektrik akışı gibi gözlemleri tanımlamak ve karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır. Enerji bir cisim ya da sistemdeki iş yapma kabiliyetidir (Everent 2012: 1). Enerji dünyanın var oluşu ile başlayan bir olgu olup çeşitli şekillerde açığa çıkan bir güçtür.

Bir ülkenin yaşam standartlarının enerji açısından göstergeleri, o bölgede mevcut olan enerjinin yoğunluğu ile birlikte kişi başına düşen toplam enerji tüketimidir. Yaşam standartları bakımından o ülkenin enerji yoğunluğunun düşük, bunun yanında bir kişiye düşen toplam enerji tüketim miktarının ise yüksek olması istenir. Türkiye’de, kişi başı tüketilen enerji, dünya ortalamasının çok çok üzerindedir. Bu Türkiye’nin kalkındığını ve yaşam standartlarının arttığını göstermektedir. Fakat artan enerji tüketiminin nasıl karşılanacağı sorunu, Türkiye’yi ekonomik ve politik açıdan sıkıntıya düşürmektedir (Erdoğan 2016: 26).

İngiltere’de başlayan sanayi devrimi; denizcilik ve deniz ticaretinin gelişimi, nüfus artışı, madenciliğin gelişimi, sanayi alanındaki teknolojik gelişmeler, ulaşım sistemlerinin gelişimi ve mali piyasaların gelişmesini sağlamıştır (Aksoy 2016: 33). Bunun sonucunda ülkeler enerji kaynaklarına sahip olmak, enerji üretimini ellerinde tutmak, enerjinin taşıma güzergahlarını denetimleri altında tutmak için birçok yöntemle başvurmuştur (Harunoğulları 2017:128). Bu yöntemler arasında uluslararası politikalar, antlaşmalar, savaşlar ve yaptırımlar sayılabilir.

Enerji odaklı ilişkilerin uluslararası politikada her zaman bir yeri olmuştur. Enerji üretimi için gerekli olan hammadde bu kaynaklara sahip olan ülkelerin önemini arttırmıştır. Özellikle Kanada, Venezuela, İran, Libya, ABD, Suudi Arabistan, Katar, Irak, Kazakistan, Rusya, Kuveyt, Nijerya bu özellikleri nedeniyle

uluslararası platformda değer kazanmaktadır. Türkiye'nin bu ülkelere jeopolitik olarak yakınlığı ve politik işbirliğinden dolayı bu ülkeler ve diğer ülkeler arasında köprü vazifesi görmesi ve bulundurduğu enerji potansiyelinin yüksek olması Türkiye'nin önemini artırmaktadır (Kılınç 2016: 3). Türkiye'nin enerji potansiyeline bakıldığında; 17,9 milyar tonluk kömür rezervi, 342 milyon varil petrol rezervi, 19 milyar m³ doğal gaz rezervi, ekonomik hidroelektrik toplam potansiyeli 216 milyar kWh/yıl, rüzgar enerji potansiyeli 47.849 MW, jeotermal enerji potansiyeli 31.500 MW, güneş enerjisi potansiyeli 56.000 MW, 117 milyar tona yakın seviyede biyokütle rezervinin olduğu tahmin edilmektedir (www.enerjiatlası.com;). Türkiye var olan bu potansiyelin kullanımını arttırmak ve yatırımcılara cazip hale getirmek için teşvik ve vergi indirimleri sağlamaktadır.

Enerji ile çevre ve aynı zamanda kalkınmanın sürdürülebilirliği arasında çok sıkı bir bağ bulunmaktadır. Selici, Utku ve İlten (2005:4), enerji, çevre ve sürdürülebilir kalkınmanın devamlılığının sağlanması için aşağıdaki hususların dikkate alınmasını vurgulamaktadır:

- Enerji kaynaklarından etkin bir şekilde yararlanılmalıdır.
- Yenilenebilir enerjinin kullanımı özendirilmeli ve teknolojik destek sağlanmalıdır.
- Enerjinin yoğun olarak kullanıldığı sanayi, ulaştırma ve binalarda enerji verimliliği artırılmalıdır.
- Enerji depolama sistemleri yaygınlaştırılmalı ve merkezi ısı sistemleri çoğaltılmalıdır.
- Ulaşım sektöründe yenilenemez enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji kullanımına yönelik destek verilmeli ve toplu taşıma özendirilmelidir.
- Yenilenebilir enerjiyi destekleyici uygulamalar yapıp yenilenemez enerji için zorlayıcı vergiler konmalıdır.
- İklim değişikliğinin etkilediği sektörler ve alanlar belirlenmeli belirlenen bu etkileri azaltıcı tutum ve politikalar bulunmalıdır.

- Su ve toprak kaynakları etkin kullanılmalı, akılcı yönetilmelidir.
- Bitki örtüsünün korunması ve erozyonun önlenmesi için gerekli önlemler alınmalı ve azaltıcı politikalar belirlenmelidir.
- Özellikle sera etkisine sebep olan gazların emisyon seviyelerinin düşürülmesi için bazı önlemlerin alınması ve bu önlemlerin sürekliliği için bazı politikaların geliştirilmesi gerekmektedir.
- Toprak ve bunun yanında su kaynaklarının amaçları dışında kullanılması önlenmeli ve caydırıcı tedbirler alınmalıdır.
- Tarımsal uygulamalarda kullanılan kimyasal gübre ve bitki ilaçları kontrollü bir şekilde ve etkin kullanılmalıdır.
- Tarım arazilerinin şehir ve sanayi atıklarıyla kirlenme ihtimali belirlenmeli ve bu doğrultuda önlemler alınmalıdır.
- Doğal kaynaklar sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmelidir.
- Toplumsal yaşam biçimini değiştirmek ve halkı enerji kullanımında bilinçlendirmek için eğitim programları düzenlenmelidir.

1.2. Enerji Kaynakları

Enerjinin birçok farklı formu vardır. Bunlardan bazıları; ticari olup olmaması, yeraltı veya yer üstü kaynak olması sayılabilir. Enerji kaynakları kullanışlılık ve dönüştürülebilirliklerine göre iki başlığa ayrılır. Kullanışlılıklarına göre; yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji; doğada bol bulunan ve kendini sürekli olarak yenileyen enerjidir. Yenilenemez enerji; doğada belli bir miktarda bulunan ve kendini yenileyemeyen enerjidir (Kavcıoğlu 2015: 6). Yenilenebilir enerjinin kullanımının artması gerekmektedir. Yenilenebilir enerjinin kullanımının artması yenilenemez enerjiye olan ihtiyaçları azaltacaktır. Bunun sonucunda ise, yenilenemez enerji kaynaklarının doğaya verdiği zarar yenilenebilir enerjinin arttığı miktar kadar azalacaktır.

Enerji dönüşebilirliğine göre; birincil enerji ve ikincil enerji şeklinde ifade edilir. Birincil enerjiler doğada buldukları saf haliyle kullanılan tipteki enerjilerdir.

Bu enerji kaynaklarına örnek olarak: Rüzgâr, jeotermal, hidrolik, med-cezir, akıntı, petrol, güneş, biyokütle, nükleer, kömür ve doğalgaz enerjileridir. İkincil enerji, birincil enerji kaynaklarının işlenerek farklı olarak kullanılmasıyla oluşan enerjidir. İkincil enerji olarak ifade edilen kaynaklar ise şu şekilde listelenebilir: Elektrik, benzin türevleri (benzin yada motorin gibi), kok ve petrokoklar, LPG ve havagazıdır (Kavcıoğlu 2015:6).

Enerji kaynaklarının çeşitliliği kadar verdiği enerjinin verimliliği de farklıdır. Karşılaştırma yapabilmek için eşdeğer birimler seçilmiştir. Bu eşdeğer birimler bulunduğu dönemin en önemli ve çok kullanılan kaynaklarına eşlenmiştir. Teknolojinin az olduğu dönemde kömürün değerli olması onun o dönemdeki eşdeğerlik birimi olarak kullanılmasını sağlamıştır. Günümüzde ise teknolojinin gelişmesi ve petrolün kömürden daha değerli olması petrolü eşdeğer yapmıştır. Aşağıdaki maddelerde gösterilmiştir (Bahar 2005:36).

- TEP (Ton Eşdeğer Petrol) : 10^7
- KEP (Kilogram Eşdeğer Petrol) : 10.000 Kcal

1.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

Bu tür enerji kaynakları enerjinin doğada bulunduğu ilk şekliyle herhangi bir değişim veya dönüşüme uğramamış halidir. Doğada bol bulunan ve sürekli olarak kendini yenileyen kaynaklar rüzgâr, jeotermal, hidrojen, med-cezir, akıntı, güneş, biyokütle, hidrolik ve dalga gibi enerjileri ile doğada belli miktarda bulunan taşkömürü, linyit, petrol, doğalgaz, uranyum ve toryum gibi kaynakları içermektedir. Birincil enerji kavramı yenilenebilir ve yenilenemez enerjiyi kapsamaktadır (Kavcıoğlu 2015: 8).

Birincil enerji kaynağı ihraç potansiyeli yüksek, nakliyesi genellikle kolay ve ikame potansiyeli yüksek olan kaynaklardır (Aydın 2010: 319).

1.2.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, doğada sınırsız olan sürekli olarak kendini yenileyebilen kullandıkça bitmeyen enerjidir. Bunlar rüzgâr, jeotermal, hidrojen, med-cezir, akıntı, güneş, biyokütle, hidrolik ve dalga enerjileri gibi kaynaklardır. Türkiye’de ve

dünyada son 15 yılda yenilenebilir enerji üretim ve tüketimine verilen önem artmıştır. Ancak bu enerji potansiyelinin tümünden yararlanılmamaktadır. Güneş, jeotermal ve rüzgâr gibi kaynakların potansiyelinin az bir kısmından, hidrolik enerjinin potansiyelinin ise yarısından faydalanılmaktadır. Güneş enerjisi sınırsız enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Fakat rüzgâr, dalga, gel-git ve akıntı enerjileri ve jeotermal potansiyel bakımından sınırlıdır (Erdoğan 2016: 65).

Yenilenebilir olan tüm enerji kaynaklarının en büyük avantajları; özellikle karbondioksit emisyonu seviyelerini düşürmesi, böylece hava kalitesinin artmasını ve çevrenin korunmasını sağlamasıdır. Bunlar ülkeler açısından, cari açığın ve işsizliğin azalmasına neden olur. Bunun nedeni ise yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları olmasıdır (Aydın 2010:319). Yenilenebilir enerjinin başlıca dezavantajları; ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olması ve enerji iletiminin verimli olmayabilmesidir.

1.2.1.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Doğada belirli bir seviyede bulunabilen ve kullandıkça azalan, kendisini yenilemesi uzun yıllar alan kaynaklardır. Uzmanların çoğunluğu yeni rezervler keşfedilerek kaynakların çoğaltılabilir olduğunu fakat bir gün biteceği kanaatindedir. Genelde belli bir bölgede bulunurlar. Pek çok sektöre hammadde oluşturur ve madencilik faaliyeti gerektirirler. Bunlar taşkömürü, linyit, petrol, doğalgaz, uranyum ve toryum gibi kaynakları içermektedir (www.enerjiportali.com). Yenilenebilir enerji ile kıyasladığımızda olumsuz yönleri; asit yağmurları ve küresel ısınma şeklinde sayılabilir. Olumlu yönleri; yenilenebilir enerjiye göre verimi daha iyidir ve enerji ihtiyacının azalıp artmasına karşılık verebilir.

1.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

Birincil ve ikincil enerjinin değiştirilmesiyle oluşan enerji kaynaklarına ikincil enerji kaynakları denir. Rüzgârdan elektrik üretimi bu tip enerji kaynaklarına örnek olarak gösterilebilir. Benzer örnekler vermek gerekirse, (birincil) nükleer santrallerden elektrik enerjisi (ikincil), (birincil) elektrikli ısıtıcılardan ısı enerjisi (ikincil) elde edilmesi vb. verilebilir. Burada ikincil olarak adı geçen enerji kaynaklarının diğer bir ifade şekli de enerji taşıyıcısı olmalarıdır. Öyle ki bunlar, var olan enerjileri belirli bir mesafe boyunca kullanılabilir şekilde taşıyabilmektedirler

(Pamir 2017: 37). İkincil enerji kaynağının en önemlisi elektrik enerjisidir. Isı kuvvet santraller, hidroelektrik santraller, nükleer santraller, dizel motor santrallerinden üretilmekte olan elektrik enerjileri ikincil tip enerjilere örnek olarak verilebilir.

Elektrik enerjisi ara mal olarak kabul edilebilir. Elektrik enerjisi bütün sektörlerle bağlantılıdır. Bu nedenle elektrik sektöründeki herhangi bir sıkıntı tüm sektörleri etkilemektedir. Elektrik enerjisi stoklanmadığı için üretildiği gibi tüketilmektedir. Üretildiği gibi tüketilmesi gereken elektrik enerjisi yıllar, aylar, günler, günün saatleri arasında farklılıklar gösterir. Üretim yöntemi ne olursa olsun oluşabilecek en yüksek talebi karşılayabilmesi gerekir. Elektrik enerjisi kesintisiz devam etmek zorundadır ve bunun sağlanabilmesi için yedek kapasitenin olması gerekmektedir (Eti Menkul Enerji Sektörü Raporu, 2008: 11). Elektrik enerjisi yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından üretilir. Tablo 1’ de elektrik üretiminde kullanılan çeşitli yakıtların enerji eşdeğerleri verilmiştir.

Tablo 1. Elektrik Üretiminde Kullanılan Çeşitli Yakıtların Enerji Eşdeğerleri

Elektrik üretimi için kullanılmakta olan yakıtların enerji potansiyelleri (MJ/kg)	
Odun (Yakacak Olarak Kullanılan)	16 MJ/kg
Linyit	9 MJ/kg
Kömür (Düşük Kaliteli)	15-23 MJ/kg
Kömür (Maden Antrasit)	24-30 MJ/kg
Doğalgaz	38 MJ/kg
Petrol (Ham)	45-46 MJ/kg
Uranyum (Nükleer Enerji İçin)	500000 MJ/kg

Kaynak: Taner 2011: 6

1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklar

Yenilenebilir enerji, doğada sınırsız olan sürekli olarak kendini yenileyebilen kullandıkça bitmeyen enerjidir. Bu bölüm kapsamında güneş, rüzgâr, biyokütle, hidrolik, jeotermal, hidrojen ve deniz akımları enerjileri incelenecektir.

1.3.1. Güneş Enerjisi

Enerjinin temel kaynağı güneştir. Güneşin çekirdeğindeki büyük nükleer tepkimeler sonucu ısı ve ışık ortaya çıkar. Güneş çekirdeğindeki yüksek sıcaklık (15 milyon °C) ve yoğunluk, hidrojen atomlarının helyum atomlarına dönüşmesine neden olur. Güneş çekirdeğinde mevcut olan füzyon süreci ile oluşan çok güçlü enerji tipidir. Ortaya çıkan bu enerji, radyasyon ile uzayda yayılım yapmaktadır. Dünya

yüzeyine ulaşan güneş enerjisini tam olarak hesaplamak mümkün değildir. Güneşten gelen enerjiyi güneş santralleriyle elektriğe dönüştürülmekte ya da ısıtıcılar yoluyla su ısıtmada kullanılmaktadır (Erdoğan 2016: 72).

Bu enerji, güneşin çekirdeğinde bulunan hidrojen gazının kimyasal tepkimeler sonucunda helyuma dönüşmesiyle beraber açığa çıkan ışıma enerjisidir. Atmosferin dışında bulunan güneş enerjisinin kuvveti ortalama 1.370 W/M^2 'dir. Fakat dünyamıza ulaşan güneş enerjisi atmosfer dolayısıyla 0 W/M^2 ile 1100 W/M^2 arasında bulunmaktadır. İnsanlığın mevcut enerji tüketimi şu ankinin birkaç katı olsa dahi güneşten gelen enerjiyi tüketemez. İnsanlık tarihi boyunca güneşten ve ürettiği enerjiden faydalanmak adına birçok çalışma yapmış ve özellikle 1970'ler itibariyle bu çalışmalarda büyük yol katedilmiştir. Günümüzde güneş enerjisi teknolojileri artmıştır ve maliyetler düşmüştür. Daha önceki yıllarda güneş enerjisi sadece ısı enerjisi olarak kullanılmaktaydı. Şimdilerde ise fotovoltaik güneş panelleri kullanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Güneşten elde edilen enerji çok çeşitli alanlarda kullanılabilir. Bunlar; güneş tabanlı ocaklar, güneş pilleri, sıcak su kullanımı, güneş enerjili otomobiller, su arıtma teknolojileri, tarımsal sulama vb. gibi alanlarda güneş enerjisi kullanılmaktadır (Yeşil 2015: 23).

Güneşten gelen enerjinin %50'si dünyaya gelemeden yansımalar sonucu ya geri döner ya da emilerek yok olur. Geriye kalan % 50'si de dünyada emilir. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinden iki şekilde dönüştürülerek yararlanır. Bunlar yapay ve doğal dönüşümlerdir. Güneş enerjisi dönüşümleri tablo 2'de özetlenmiştir (Yeşil 2015:23).

Tablo 2. Güneş Enerjisi Dönüşümleri

Doğal Dönüşüm Tipleri	Yapay Dönüşüm Tipleri
<ul style="list-style-type: none">✓ Toprağın ısınması✓ Suyun ısınması✓ Fotosentez✓ Su döngüsü✓ Rüzgâr oluşumu✓ Dalga oluşumu✓ Doğal yangınlar	<ul style="list-style-type: none">✓ Güneş ışınımı → ısı (toplaçlar)✓ Güneş ışınımı → elektrik (güneş pilleri)✓ Su gücü → mekanik elektrik (barajlar)✓ Rüzgâr → elektrik-mekanik (türbinler)✓ Biyokütle → ısı-gaz ve sıvı yakıt (biyolojik, kimyasal ve elektrik ve ısı – kimyasal dönüşümü)✓ Fosil yakıt → ısı-elektrik (elektrik ve ısı üretim merkezleri)✓ Güneş mimarlığı uygulamaları

Kaynak: Öztürk 2008: 51

Dünyaya ulaşan güneş enerjisi doğal dönüşümlere uğrar. Bu dönüşümlere örnek olarak suyun ısınması sonucu buharlaşması, su döngüsünü sağlamasıdır. Bu işlem dünyadan yaşayan tüm canlı varlıklar için önemlidir. Başka bir önemli doğal dönüşüm modeli ise fotosentezlerdir. Dünya üzerindeki canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için fotosentez olmazsa olmaz bir olaydır. Bitkiler güneşten gelen enerji ile fotosentez olayını gerçekleştirir ve bu şekilde biyokütle oluşturur. Diğer doğal dönüşüme örnek, rüzgâr ve deniz dalgalarıyla okyanus akıntılarıdır. Atmosferdeki basınç farklılıkları sonucunda rüzgâr oluşur. Bu basınçta güneş önemli rol oynar. Rüzgârın etkisiyle deniz dalgaları ve akıntılar oluşur. Dolayısıyla rüzgâr, deniz dalgaları ile birlikte akıntılar da güneş enerjisinin türevleridir (Öztürk 2008: 51).

Güneş enerjisinin türevlerinin üretimi konusunda yapay dönüşümler ise insanoğlu tarafından farklı amaçlarda kullanmak için geliştirilmiş teknolojilerdir (Öztürk 2008: 51). Fotovoltaik denilen hücreler ile yarı-iletken yüzeyler ile güneş enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Diğer bir örnek ise güneş enerjisi sistemlerinde ilk olarak ısı enerjisi elde edilir ve bu ısı direkt olarak enerji şeklinde kullanılabilmesi gibi farklı yöntemlerle elektrik enerjisine de çevrilebilir (www.eie.gov.tr).

Her şeyde olduğu gibi güneş enerjilerinin de bazı olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Avantaj ve dezavantaj olarak değerlendirilebilecek bu özelliklerin avantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir (Bayraç, Çildir, Çelikay 2018: 66; Kaya 2017: 19):

- Güneşten üretilen enerji güneş var olduğu sürece üretileceğinden dolayı yenilenebilir enerji tipleri olarak kabul edilir.
- Güneş enerjisinde tamamen doğal olan malzemeler tercih edilir.
- Güneş enerjisinde karmaşık bir teknoloji gerekmediği için yerel sanayi kuruluşları tarafından kolaylıkla güneş enerjisinden yararlanılabilmektedir.
- Güneş enerjisi dışa bağımlı değildir ve bu özelliği ile ülkelerin birbirine olan bağımlılığını ortadan kaldırır.
- Güneş enerjisi temiz ve çevrecidir.

- Güneş enerjisi işlem ve bakım maliyeti diğer enerji kaynaklarına göre daha düşüktür.

- Güneş enerjisi elektrik hattı olmayan bölgelerde kullanılabilir.

- Güneş enerjisi iletim hattı veya şebekeye ihtiyaç duymayıp enerji nakil sorunu oluşturmaz.

Güneş enerjisinin dezavantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz(Karaaslan, Gezen 2017: 31):

- Güneş enerjisi hava şartlarına bağlı bir kaynak olup kışın ve geceleri enerji üretimi çok fazla düşmektedir.

- Güneş enerjisi dönüştürebileceğimiz diğer kullanılabilir enerji kaynaklarına göre günümüz teknolojisi açısından kurulacak tesislerin yatırım maliyeti oldukça yüksektir.

- Güneş enerjisinin depolanması gerekebilir.

- Güneş enerjisinin verimi düşüktür.

Güneş enerjisinin kurulduğu sahaların tarıma elverişsiz olması Güneş enerji potansiyelinin etkinliğini artırır. Tarıma elverişli yerlere kurulması durumunda tarımsal üretim azalır. Güneş enerji santralleri büyük alan kaplar. Bunun için Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimine verilen teşvikler artırılarak ve yasal zorunluluklar getirilerek her yapılan binaya belli kapasitede santraller kurulabilir. Ayrıca yerli teknoloji kullanılarak güneş enerjisi santralleri kurulabilir. Güneş enerji santrallerinde kullanılan ürünlerin ithal olması ekonomimize yarar sağlamayacağı gibi güneş enerjisinin elde ettiği geliri en az 19 yıllığın ithal ettiğimiz ülkeye ödeyeceğimizden ülke ekonomisine 19 yıl tam bir katkı sağlayamayacaktır (Kavcıoğlu 2015:127).

1.3.2. Rüzgâr Enerjisi

Dünya yüzeyinin değişken olmasından dolayı güneş enerjisinin yeryüzünü eşit şekilde ısıtmaması sıcaklık, basınç ve yoğunluk farklılıklarına neden olmakta ve bu farklılıklara rüzgâr denmektedir. Dünyayı çevreleyen atmosferin atmosfer içerisindeki sıcak havayı tropik alanlardan kutup bölgelerine doğru iletmesi

sonucunda güneş ışınları tropikal bölgelerde ısıyı artırırken kutuplarda ısının azalmasına neden olmaktadır. Okyanus akıntıları da dünya ısı transferinin ortalama %30'unu oluşturmakta ve benzer şekilde davranmaktadır. Rüzgâr enerji dağılımına yerbetimsel özellikler, bölgesel ısı farklılıkları ve atmosferik akımlar neden olmaktadır(Ertürk, Akkoyunlu, Varınca 2006: 35). Bu şekilde dünya yüzeyine gelen güneş ışınlarının %2'lik miktarı rüzgâr enerjisi haline dönüşmektedir (www.enerji.gov.tr).

Rüzgâr türbinin ürettiği 1 kw'lık enerjinin yaklaşık olarak 114 tane ağacın karbondioksit temizleme faaliyetine eş değer olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca 2025 yılına kadar üretilen elektrik enerjisinin %10'luk kısmının rüzgâr enerjisinden elde edilmesi durumunda 1.41 Gton karbondioksit emisyonunun atmosferden azalacağı tahmin edilmektedir. Rüzgâr enerjisinin gelecekte fiyatının artma riski yoktur. Rüzgâr enerjisi yenilenebilir enerji kaynağıdır. Teknolojik açıdan türbinlerin giderek gelişmesi sonucu elektrik üretimindeki verimlilik artmış ve enerji üretim maliyetleri sürekli olarak düşmeye başlamıştır. Bu şekilde türbinler; yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklardan üretilen enerjilerle ekonomik açıdan yarışacak seviyeye gelmiştir. Rüzgâr türbinlerinin bakım, onarım ve işletme maliyetleri hammaddeye ihtiyaç duyulmadığından dolayı azdır. Kuruldukları bölgede iş gücü yaratırlar. Rüzgâr türbinleri kurulduktan sonra kısa zaman içerisinde çalışmaya başlayabilir (Karadayı, Ergan 2015:144-115).

Bir bölgedeki rüzgârın şiddeti, yönü ve frekansı gibi özelliklerin üzerinde meteorolojik şartların ve yerbetimsel yapının önemli bir tesiri vardır. Kurulacak rüzgâr santralının doğru ve en verimli yere kurulması gerekir. Burada önemli olan husus rüzgâr şiddetlerinin güçlü ya da zayıf olduğu noktaların doğruluğudur. Yeryüzü geometrisinin rüzgârdan elde edilen enerji üzerine üç temel etkisi bulunmaktadır. Bu etkiler; perdeleme, yüzey pürüzlülüğü ve orografik etkiler olarak sıralanabilir. Topoğrafik etkilerle meydana gelen rüzgârlar şunlardır; fön rüzgârları, katabatik rüzgârlar, dağ ve vadi rüzgârları, kara ve deniz meltemleridir (www.web.itu.edu.tr).

Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan rüzgâr türbinleri tarih boyunca yel değirmenlerinden başlayıp modern rüzgâr türbinlerine uzanmaktadır. Bunlar dönüş eksenleri açısından değerlendirildiğinde üç kategoriye ayrılabilir. Bu

sınıflandırma ise kısaca yatay, dikey ve eğik eksenlere sahip türbinler olarak sıralanabilir (Nurbay, Çınar 2005: 2):

- Yatay eksenli olanlarda türbinlerin dönme eksenleri rüzgârın estiği yöne göre paralel olarak dizayn edilmiştir. Türbin kanatları rüzgârın geliş doğrultusuna göre dik konumda hareket eder. Rotorun daha hızlı dönmesi için kanat sayısının azaltılması gerekir. Rüzgâr kule yüksekliği 30 ile 50 m arasında değişmektedir. Verimleri ortalama % 45 tir. Rüzgârın hız değerinin rotor kanatlarının uç hızı ile bölünmesi ile elde edilecek oran bize kanat uç hız oranını vermektedir. Bu oranın simgesi ise (λ) şeklinde gösterilir. Tablo 3’de kanat uç hızına bağlı olarak rotor kanat sayısı gösterilmiştir (Nurbay, Çınar 2005: 2).

Tablo 3. Kanal Uç Hızına Bağlı Olarak Rotor Kanat Sayısı

Rotor kanat sayısı	Kanat uç hız oranı(λ)
Çok kanatlı rotor	1-5
Üç kanatlı rotor	6-8
İki kanatlı rotor	9-15
Tek kanatlı rotor	>15

Kaynak: Nurbay, Çınar 2005: 2

- Dikey tip eksenlere sahip olan türbinlerin kanatları ve rüzgâr esiş yönleri birbirine göre dik olup dönüş eksenleri birbirlerine paraleldir. Bu tip türbinler gelen rüzgâr hangi yönden eserse esin rotora hareket verebilirler. Bu eksene sahip türbinler, rüzgârı sürükler veya kaldırır. Kuleye gerek yoktur ve düşük rüzgârda da verim alınabilir: Verimleri ortalama % 35’dir. Rüzgâr türbinlerinde bulunan kanatların sayısındaki artış kütle artışına da neden olacağından özellikle yüksek hızla esen rüzgârlı havalarda türbin verimini düşürür. Bu tip türbinlerle 0.5 kW’lık güç üretebilmek için rotor çapının 5 m olması gerekir (Nurbay, Çınar 2005: 3).

- Sonuncu model olarak eğik tip eksene sahip türbinlerde ise, türbinlerin dönüş eksenleri düşey yönde ve rüzgâr ile aynı doğrultuda bir açı oluştururlar. Eğik eksenli türbinlerin dönüş eksenleri ve kanatlar arasında sabit bir açı oluşturulmuştur (Nurbay, Çınar 2005: 4).

Rüzgâr türbinin elektriğe çevireceği enerji miktarı rüzgâr hızına bağlıdır. Rüzgârların taşıdığı enerji miktarı rüzgârın hızının birbirlerine göre küpü derecesinde değişmektedir. Bu durumu bir örnekle açıklamak gerekirse, türbine doğru esen bir

rüzgârın hızındaki 3 katlık değişim ile türbinin ürettiği enerji 27 katlık artışa neden olmaktadır. Modern bir rüzgâr santralının ürettiği 1 Kw enerji, kömürle üretilen diğer elektrik santrallerinde 2 ton karbondioksitin yerine geçmektedir (Eti Menkul Enerji Sektörü Raporu 2008: 44).

Rüzgârdan enerji elde etmenin de olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Olumlu yönleri aşağıdaki şekilde listelenebilir (Öztürk 2008: 162-163; Bayraç 2011: 42):

- Rüzgâr enerjisi sera gazı emisyonu oluşturmayan ekolojik dengeyi koruyan ve de böylelikle kirliliğe sebep vermeyen yenilenemez kaynaklara alternatif oluşturan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.

- Rüzgâr enerjisi dışa bağımlı değildir ve bu özelliği ile ülkelerin birbirine olan bağımlılığını ortadan kaldırır.

- Rüzgâr enerjisinin teknolojik gelişmelerden dolayı yatırım maliyeti azalmıştır ve yatırımcılar için cazip bir hale gelmiştir.

- Rüzgâr enerjisi rüzgâr türbinleri projelerinin kaza olasılığı yok denecek kadar az bir düzeyde olduğu için rüzgar santralleri projelerinin kurulumu basit ve bakımı kolaydır.

- Dünyanın % 95'inde rüzgâr enerjisi üretilebilir ve diğer faaliyetlerine engel olmaz.

- Rüzgâr enerjisi rüzgâr türbinlerinin taşınması ve montajı kolaydır ömrü olan rüzgâr türbinleri daha verimli yerlere taşınabilir ve önceki bulunduğu yer yeniden kullanılabilir.

- Rüzgâr enerjisi yeni bir faaliyet olacağından istihdam yaratır.

Rüzgâr enerjisinin dezavantajlarını şu şekilde sıralanabilir (Öztürk 2008: 23; Bayraç 2011: 67):

- Rüzgâr türbinleri büyük olduğu için geniş bir alan gereklidir.

- Rüzgâr türbinleri yüksek olduğundan kuşlar için tehdit oluşturmaktadır.

- Rüzgâr enerjisinde genelde verim düşüktür.

- Rüzgâr türbinlerinin yanma ve devrilme riski vardır.
- Rüzgâr enerjisi gürültülü çalışır ve yakın çevrede yaşayan insanlar için rahatsız edicidir.
- Rüzgâr enerjisinden yüksek tepelik alanlar dışında istenilen verim elde edilemez.

Türkiye’de bulunan yenilenebilir enerji potansiyeli açısından en fazla yararlanan sistemler rüzgâr enerjisi üretim sistemleridir Rüzgâr enerjisinin kurulacağı alan geniş olduğundan bu alanların iyi seçilerek tarım üretimine elverişsiz olması gerekir. Rüzgâr enerji santrallerinin kurulacağı yerin kuşların göç esnasında kullandığı yollardan uzak olmalıdır. Rüzgâr enerjisinde Türkiye rüzgâr enerji potansiyelinin tamamını kullanması durumunda elektrik ihtiyacının % 57’sini karşılayabilir(www.enerjiportali.com).

1.3.3. Hidroelektrik Enerjisi

Akışkanların akış esnasındaki güç kullanılarak üretilen enerjiye hidroelektrik enerji denir. Su kaynağına kurulan bir santralle, su kaynağının bulunduğu iki nokta arasındaki potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi ile elektrik enerjisine dönüştürülür. Su kaynaklarının bulunduğu yere kurulmak zorundadır. Bu özelliğinden de çıkartılacağı gibi ihtiyacın olduğu yer değil, kaynağın bulunduğu bölgelere kurulabilir. Hidroelektrik santrallerinin (HES) kurulması yüksek maliyet ve uzun zaman gerektirir (Erdoğan 2016: 69-70).

Su, yaşam ihtiyaçlarımızın kesintisiz karşılanmasında birçok yönü ile vazgeçilmez kaynak olarak değerlendirilir. İlk olarak yaşamın sebebi olarak içme suyu kullanımı, kullanma suyu kullanımı, sulamalar, taşkın önlemler, enerji ve su ürünleri üretimi gibi ekonomik olarak değerlendirilebilir yönü dışında rekreasyon, emisyon azaltımı gibi ekonomik olmayan yönü ile de yaşamla sıkı sıkıya ilişkilidir (Dünya Enerji Konseyi 2011: 83-84).

Hidroelektrik santralleri depolama tiplerine göre nehir tipi(regülatör), depolamalı(rezervuar) tip ve pompaj depolamalı tip olarak üçe ayrılmaktadır. Bunlar:

- Nehir (regülatör) tipi hidroelektrik santralleri: Bu tip santrallerde elektrik enerjisi üretimi için baraj yapılmaz ve bunun yerine akarsu kanal veya tünele

alınarak belli bir eğim kazandırılır. Kanalın üzerine bir türbin konulur ve onun dönmesi sonucunda elektrik üretilir (Sağlam, Ülke 2015: 1).

- Depo tipi (rezervuar) hidroelektrik santralleri: Bu tip santrallerde elektrik enerjisi üretimi için akarsu bir barajda toplanır ve burada toplanan suyun potansiyel kazanması sağlanır. Sağlanan bu potansiyel türbin aracılığıyla rotorları döndürülerek elektrik enerjisi üretilir (Oral, Behçet, Aykut 2017: 31).
- Pompaj depolamalı tipi hidroelektrik santralleri: Bu bir çeşit elektrik enerjisi depolama şeklidir. Bu tür santrallerde suyun büyük bir kısmı yeniden elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Elektrik fiyatının pahalı olduğu durumlarda santral ürettiği elektriği piyasaya sunar ve bu üretimde akan suyu depolar. Elektrik fiyatının ucuz olduğu dönemlerde depoladığı suyu bir pompa vasıtasıyla baraja geri basar ve bu döngüyü belli aralıklarda tekrarlar (Ayder 2015: 2).

Dünyada elektrik enerjisinin yaklaşık olarak %23'ü hidroelektrik santrallerinden üretilmektedir. Enerji üretiminde kullanabilmek için hidroelektrik santralleri için uygun coğrafi koşulların sağlanması gerekir (Berkün, Aras, Koç 2008: 41).

Hidroelektrik enerjisinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Hidroelektrik enerjisinin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztürk 2008: 20-114; Karadayı, Ergan 2015:116) :

- Hidroelektrik santrallerinin yakıt gideri yoktur ve kayıpları çok azdır.
- Hidroelektrik santrallerinin verimi sürekli ve birim enerji maliyeti düşüktür.
- Hidroelektrik santrallerinin bakım giderleri azdır ve az sayıda eleman gerektirir.
- Hidroelektrik santrallerinin yapısı basit ve sağlamdır bununla birlikte yük değişimlerine hızlı uyum sağlarlar.
- Hidroelektrik santrallerinde enerji depolama ve iletim işlemleri kolaydır.
- Hidroelektrik santrallerinin çevre ve sağlığa olumsuz etkileri yoktur.

- Hidroelektrik santralleri ihtiyaç duyulması durumunda yüksek enerji gereksinimini hızlı bir şekilde karşılayabilir ve tehlike oluşturabilecek durumlarda ise yine aynı hızla devre dışı bırakılabilmektedirler.

- Hidroelektrik santrallerinin kurulum amacı yalnızca enerji olmayıp aynı zamanda sulama sistemleri için de çok faydalı dizaynlara sahiptirler.

- Hidroelektrik santrallerinin inşaatının yerli imkanlarla yapılması ve yenilenebilir enerji olması yönünden dışa bağımlı değildir.

- Hidroelektrik santralleri yeni bir faaliyet olacağından istihdam yaratır.

Hidroelektrik enerjisinin dezavantajları ise şu şekilde sıralanabilir (Çobanoğlu, Ürker 2012: 68; Bayraç, Çildir, Çelikay. 2018: 68):

- Hidroelektrik santrallerinin kurulum süresi çok uzundur ve ilk yatırım maliyeti çok yüksektir.

- Hidroelektrik santralleri baraj kurulumunda ve doğal afet durumunda genellikle su altında kalan taşınmazlar ve o bölgedeki halkın yeniden iskânı gibi konular ortaya çıkmaktadır.

- Hidroelektrik santrallerinin enerji artışı yağış miktarına bağlıdır.

- Hidroelektrik santrallerinde barajların su tutması sonucu elektrik ihtiyacına göre salınan su sebebiyle tarımsal üretimde azalmalar yaşanmaktadır ve suyun tutulmasına bağlı olarak da iklim farklılıkları oluşmaktadır.

- Hidroelektrik santrallerinde su alma yapıları, nehrin yapısını bozarak suda yaşayan canlıların geçiş ve göç hareketlerini etkilemekte ve su ekosistemini bozmaktadır.

Hidroelektrik santralleri kurulacak yerlerin iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun nedeni ise kurulacak alanlar tarım arazilerini su altında bırakır veya yerleşim alanlarının su altında kalmasında neden olmaktadır. HES kurulacak alanların yerleşim yerlerinden uzak olması gerekmektedir. Oluşacak fazla yağış sonucunda taşmalardan yerleşim yerleri etkilenir veya deprem sonucunda HES'ler zarar görür ve suyu tutamaz hale gelerek sel ve taşkınlara neden olur. HES'lerin kanal tipi olan

modellerinde borulara alınan suyun kaynakta belli bir miktar bırakılması gerekir eğer kaynaklara su bırakılmaz ise o bölgedeki su canlılarının bitmesine yol açacaktır.

1.3.4. Hidrojen Enerji

Hidrojen birincil enerji kaynaklarından üretilen bir yakıttır. Hidrojen doğada birleşikler şeklinde bulunmaktadır. Bu bileşiklerden en çok bilineni sudur. Hidrojen enerjisi temiz bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Dünya üzerinde kullanılmakta olan bütün yakıtlara göre birim ölçekte kütle başına en fazla enerjiyi içeren yakıt kaynağı hidrojen enerjisidir. Bu enerji üretim sistemindeki su artık atık olarak değerlendirilmektedir ve bu suretle hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji teknolojilerinde yerini almaktadır. Bundan dolayı hidrojen enerjisi üretilmesi ile çevreyi kirletici zararlı kimyasallar ve de sera etkisi yaratan gaz emisyonu üretilmesi asla söz konusu olmayacaktır. Yenilenemez kaynakların en başında geleni olan petrol kullanımına kıyasla hidrojen yakıtı yaklaşık 1,33 kat daha fazla verimli ve etkili bir enerji çeşididir. 21.yüzyılın teknolojik gelişmeleri sonucunda yakıt pilleri aracılığıyla enerji üretmek suretiyle hidrojen enerji olarak kullanılmaktadır. Hidrojenin başka bir özelliği de depolanabilir olmasıdır. Hidrojenin depolanması ve taşınması için büyük tanklar gerekmektedir bunun nedeni ise birim enerji başına düşen enerjinin fazla olmasıdır. (Karadayı, Ergan 2015:115).

Hidrojenin üretim kaynakları çeşitlidir. Yenilenemez enerji kaynaklarından elde edildiği gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından da edilir. Örneğin elektroliz yöntemi ile su üretimi, biyolojik çalışmalar ile üretim ve biyokütle aracılığıyla üretim yapılabilmektedir. Hidrojen üretimi konusunda araştırma ve geliştirmeler devam etmektedir. Bu araştırma ve gelişmeler su elektrolizinin kabul edilmiş yöntemlerden birisi olduğu ve bu yöntemin iktisadi açıdan daha uygun hale gelmesi konusunda çalışmalarını sürdürmektedir. Buna benzer çalışmalardan biri de güneş ışınlarının biyoteknoloji alanındaki yollarla birlikte hidrojen üretmesidir (Öztürk 2008: 340).

Hidrojen üretimi için yedi yöntem vardır. Bunlar: elektroliz, fotobiyoloji, foto-elektrokimyasal çalışmalar, piroliz, buhar elektrolizi, termo-kimyasal ayırıştırma, biyokütlenin gazlaştırması olarak sınıflandırılabilir (Öztürk 2008: 340).

- **Buhar-Metan Yeniden Oluşturma Yöntemi:** Bu yöntem için hidrojen üretiminin başlıca yolu ifadesi kullanılabilir. Bu yöntem diğer yöntemlere göre daha

fazla verim sağlamaktadır. İki etaptan oluşmaktadır. Birinci etapta yüksek sıcaklıkta(392 °C) doğal gaz buhara maruz bırakılarak ekstra olarak karbondioksit ve karbonmonoksit elde edilir. İkinci etapta ise karbonmonoksitin buhara maruz bırakılması ile karbondioksit ve hidrojenin elde edilmesi süreci takip edilir. Burada hidrojenin elde edilme miktarı %70-90 arasındadır (Çuhardaroğlu, Uyaroğlu, Yalçın, Pehlivan, İmal 2007:99).

- Elektroliz Yöntemi: Bu yöntem ile elektrik kullanımı sonucu suyun ayrıştırılması sağlanır ve oksijen ile hidrojen elde edilir. Hidrojen burada pozitif elektronlara sahip olup negatif elektrotlarda toplanmaktadır. Oksijen, negatif yüke sahip olduğundan pozitif elektrota doğru hareket eder. Tuz gibi bileşikler eklenerek suyun içine elektrolitler iletilmesi ve verimi arttırmaktadır. Saf olarak bulunan su içerisindeki hidrojen ve oksijen atomlarını ayırmak için, 25⁰C sıcaklık, 1 atm basınç ve 1.24volt gereklidir. 1 mol suyun elektroliz edilebilmesi için gereken minimum enerji 65.3Wh'dır. 1 m³hidrojen üretmek amacıyla gereken minimum enerji ise 4.8kWh'dır ((Çuhardaroğlu, Uyaroğlu, Yalçın, Pehlivan, İmal 2007:100).

- Buhar Elektrolize Yöntemi: Geleneksel bir elektroliz yöntemidir. Suyun içerisindeki hidrojen ve oksijeni serbest hale getirmek için sisteme bir kısım ısı enerjisi verilir (Öztürk 2008:341).

- Termo-Kimyasal Ayrıştırma Yöntemi: Su moleküllerinin parçalanması ısı kullanılarak iyot veya brom gibi kimyasallar yardımıyla sağlanmaktadır (Öztürk 2008:341).

- Foto-Elektrokimyasal Yöntem: Bu yöntem ile hidrojen üretimi için elektrokimyasal sistemler gerekmektedir. İlkinde katalizör şeklinde çözünebilen metal bileşikler mevcuttur. Birinci yöntemde katalizör olarak çözünebilir metal bileşikleri kullanılır. İkinci sistemde ise yarı iletken yüzeylerden faydalanılır. Çözünebilir metallerin çözülmesi esnasında güneş ışınları emilerek şarj oluşturulur. Bu elektrik şarjı ile birlikte suyun moleküllerine ayrılması sağlanır. Diğer yöntem ile ise kullanılan yarı iletkenler fotokimyasal tip bir pil içinde güneşten elde edilen optik enerjinin kimyasal enerji haline dönmesine neden olur. Yarı iletken yüzeyin, güneş enerjisini emmek ve elektrot olarak çalışmak gibi iki görevi vardır (Öztürk 2008: 341).

- Fotobiyolojik Yöntem: bu yöntemde hidrojen enerjisi üretebilmek için yeşil yosunların fotosentezinden yararlanır (İder 2003:2).

- Güneş enerjisinden faydalanarak bazı bakteri ve algler hidrojen üretirler. Katalizörler ve mühendislik yöntemleri kullanılarak % 24' e kadar verimin çıkabileceği bildirilmektedir (Öztürk 2008:341).

- Biyokütle Gazlaştırma ve Piroliz Yöntemi: Bu yöntemde hidrojen üretimi için yüksek sıcaklıkta biyokütlenin gazlaştırılması ve düşük sıcaklıkta pirolizi gerekir (Öztürk 2008:341).

Hidrojen enerjisinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Hidrojen enerjisinin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz(www.beren.sakarya.edu.tr):

- Hidrojen enerjisi rüzgâr, su, güneş, biyokütle gibi alternatif kaynaklar ile karbon temelli yapı yerine hidrojen temelli yapı oluşturularak çevreci kimliği kazanmaktadır.

- Hidrojen ile üretilen enerji temizdir.

- Hidrojen yandığı takdirde ya da yakıt hücresi içerisinde tüketilmesi durumunda en son olarak su oluşmaktadır.

- Hidrojen enerjisinin bir yerden bir yere taşınması kolay ve güvenilirdir.

- Hidrojen enerjisi sanayide evde ve bir çok taşıtta kullanılabilir.

- Hidrojen doğal gaz, biyogaz gibi gazlara göre pahalıdır. Fakat teknolojinin gelişmesiyle ucuzlaması öngörülmektedir.

- Hidrojen gazının yoğunluğu biyogaz ve doğal gaz gibi gazlara göre az olduğundan sızıntı anında patlama ve yangın riski yoktur.

- Hidrojen petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil yakıtlarından % 39 daha verimlidir.

- Hidrojen depolanabilir bir enerji kaynağıdır.

- Hidrojen enerjisi üretimi yeni bir faaliyet olacağından istihdam yaratır.

Hidrojen enerjisinin dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir (www.beren.sakarya.edu.tr):

- Hidrojen enerjisinin gaz yoğunluğu düşük olduğundan bir kaçak anında hızlı bir şekilde dağılır ve yükselir. Bunun farkına varılması zor olduğundan ekonomik zarara yol açar.

- Hidrojen enerjisi doğal gaz, petrol, gibi yakıtlara nazaran daha pahalıdır
- Hidrojen enerjisinin kokusuz bir yapıda olması nedeniyle herhangi bir kaçak durumunda fark edilmesi zordur.

Hidrojen enerjisi yenilenebilir enerjiler arasında çevreye en az zarar veren enerjidir. Hidrojen enerjisi diğer yenilenebilir enerjilere göre en iyi özelliği depolanır olmasıdır. Potansiyel olarak hidrojen enerjisi diğer yenilenebilir enerjilerden de faydalanarak sağlandığı için tüm yenilenebilir enerjiler arasında en yüksek potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

1.3.5. Jeotermal Enerji

Sıcaklığı devamlı olarak 20 dereceden yüksek olan çevresindeki yerüstü ya da yer altında bulunan suya göre fazlasıyla mineral ve bunun yanında tuz bulunduran enerjiye jeotermal enerji denir. Jeotermal enerji basınç altında bulunan sıcak su ile buhar aracılığıyla devamlı olarak yeryüzüne taşınabilmektedir. Bununla beraber; çok çeşitli yöntemlerle yer kürenin derinliklerindeki ısıdan istifade edilerek meydana gelen sıcak kuru sayaç teknolojisine de genel olarak jeotermal enerji adı verilmektedir. Jeotermal enerji sağlık ve turizm amacıyla kullanılmasının yanı sıra çok çeşitli sanayi kuruluşlarında enerji girdisi olarak kullanımı mümkün olan; ayrıca elektrik üretiminde, kimyasal madde üretiminde, ısıtma ve soğutmada kullanılabilen enerjidir. (Öztürk 2008: 196).

Akışkan sıcaklığına ve bölge koşullarına bağlı olarak jeotermal enerji kullanım alanları iki grup altında incelenir. Birinci olarak jeotermal enerjiden elektrik üretimi ikincisi ise jeotermal enerjinin doğrudan kullanımınıdır.

Jeotermal enerji ile elektriğin üretimi daha çok kaynağın özelliklerine bağlı olarak değişir ve elektrik enerjisi üretimi yaygın olarak aşağıdaki santrallerde yapılır.

- Kuru buhar santrali: jeotermal enerji santralleri arasında en kolay olanıdır. Kızgın veya doymuş jeotermal buhar bulunan bölgelerde kuru buhar jeotermal santrali kurulabilir (Işıksoluğu, Kurban, Dokur 2012: 817).

- Ayırmalı (Tek Faz Dönüşümlü) Santraller: Dünyaya doğrudan doğruya gelen jeotermal sıvıların çok fazla bir kısmı buhar ve sıvı olarak ulaşır. Buhar ve sıvı olarak ulaşan jeotermalin içerisinde bulundurduğu buhar miktarı özelliklerine ve çıktığı kuyunun başındaki basıncına göre farklılıklar gösterebilir. Çoğu zaman jeotermal akışkan kaynaktan sıvı fazdadır. Fakat kuyu başındaki basınç azalmasından dolayı buharlaşır ve bu tür jeotermal kaynakların kullanıldığı santrallere tek faz dönüşümlü santraller denmektedir(Çoban 2018:3).

- Çift Faz Dönüşümlü (Buhar Ayırıcı ve Buharlaştırıcı) Santraller: Bu santraller buhar ayırmalı santrallerde olduğu gibi dünyaya doğrudan gelen jeotermal separatörden sıvı ve buhar fazlara ayrılır. Daha sonra ise yüksek basınç türbinine buhar, buharlaştırıcıya ise su gönderilir. Sonra ise separatörden çıkan jeotermal sıvının basıncı düşürülerek ikinci bir defa separatörden transfer edilerek ek olarak çok düşük miktarda basınç kazanılmış olur. Ayrıca buhar, ek bir kademe olarak türbin üzerinden geçirilerek enerji elde edilir. (Kaymakcioğlu Çirkin 2005: 3).

- Çok Faz Dönüşümlü (Buhar Ayırıcı ve Çok Kademeli Buharlaştırıcı) Santraller: Çift faz dönüşümlü santrallere benzemektedir. Buhar ayırma ve çok kademeli su buharlaştırmanın farkı separatör sayısı ekonomik etkenlere göre belirlenmektedir (Öztürk 2008: 212).

- Tek Faz Dönüşümlü (Pompa ile Kuyudan Çekilen Jeotermal Sıvı Buharlaştırıcı) Santraller: Bu sistemlerde pompa yardımı olmadan yüzeyle çıkan jeotermal sıvıya pompa çıkışında faz dönüşüm işlemi yapılacaktır. Bu faz dönüşüm işlemi basınç düşürücü separatör yardımı ile yapılmaktadır. Daha sonra ise separatörden ayrılan buhar, türbine gönderilerek enerji elde edilir(Çoban 2018:4).

- Binari Tipi (İkinci Termodinamik Çevrimi Kullanan) Santraller: Orta sıcaklıktaki jeotermal kaynaklardan elektrik üretebilmek için düşük kaynama noktasına sahip ikinci sıvı eklenir. Bu tip sistemler ile 80 - 170°C arasında giriş sıcaklıklarıyla çalışılabilir (Kaymakcioğlu, Çirkin 2005:3).

Jeotermal enerjinin doğrudan kullanım alanları da Tablo 4' te ifade edilmiştir.

Tablo 4. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Bağlı Olarak Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları (Lindal Diyagramı)

Jeotermal Özelliklere Sahip Akışkanların Kullanıldığı Alanlar	Sıcaklık (°C)
Kağıt üretim sanayi, elektrik üretimi alanı, amonyak absopsiyonuyla soğutma sistemleri, yüksek konsantrasyonlu buharlaştırma işlemleri	180°C
Elektrik üretim tesisleri, diatomik yöntemli malzeme kurutma işlemleri, ağır hidrojen sülfür ve su prosesleri	170°C
Konvansiyonel güç üretimi, balık ve ıslak kereste kurutma	160°C
Konvansiyonel güç üretimi, Bayer yöntemi ile alüminyum eldesi	150°C
Konvansiyonel güç üretimi, hızlı bir şekilde tarım ürünlerinin kurutulması	140°C
Konvansiyonel güç üretimi, şeker rafinasyonunda buharlaştırma	130°C
Distilasyon yardımıyla su, tuz elde edilmesi, damıtma işlemleri ve şeker üretim sanayi	120°C
Çok yönlü buharlaştırma, kurutma çimento kurutma, yün yıkama işlemleri	110°C
Küspe, meyve ve sebze kurutma işlemleri	100°C
Hacim ısıtılması	90°C
Lityum bromür yöntemi ile soğutma	80°C
Endüstri proses suyu	70°C
Sera, ahır, kümes ısıtılması	60°C
Mantar yetiştirme	50°C
Toprak ısıtma	40°C
Yüzme havuzları, turizm, sağlık amaçlı banyolar	30°C
Balık çiftlikleri	20°C

Kaynak: Çoban 2018:2-3

Jeotermal enerjinin çeşitli avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Jeotermal enerjinin avantajları şu şekilde sıralanabilir(Öztürk 2008: 196-197; Kaya 2018: 35-36):

- Jeotermal santrallerin faaliyete alınma süresi diğer santrallere göre az zaman almaktadır.
- Jeotermal santrallerin diğer enerji santrallerine göre sürekli enerji üretmesi mümkündür.
- Türkiye jeotermal enerji bakımından; Orta ve Doğu Anadolu bölgesinde ısıtmada kullanılacak düşük akışlı kaynaklar, Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da elektrik üretimine uygun yüksek akışlı kaynaklar vardır.
- Jeotermal kaynaklardan üretilen enerjinin maliyeti diğer kaynaklardan üretilen enerjinin maliyetinden %50-80 oranında daha ucuzdur.

- Jeotermal kaynaklardan üretilen enerjinin çevreye olumsuz etkisi yenilenemez kaynakların çevreye etkisinden çok daha azdır.

- Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarına olan bağımlılığının azaltılması için diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre öncelikli olarak değerlendirilmesi uygundur.

- Yerli teknolojinin gelişmesiyle jeotermal kaynaklardan ısıtma daha kolay ve ucuz olmaktadır.

- Jeotermal kaynaklardan üretilen enerji iklim değişikliklerinden etkilenmez.

- Yenilenemez enerji kaynaklarındaki fiyat hareketliliğinden etkilenmez.

- Jeotermal santrallerinde üretilen enerji kömür ve doğal gaz, termik santralleriyle rekabet edebilecek ölçüde düşük fiyatlıdır.

- Jeotermal santralleri yeni bir faaliyet olacağından istihdam yaratır.

Jeotermal enerjinin dezavantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz (Öztürk 2008: 23):

- Jeotermal enerji kaynaklarının ön araştırma ve hazırlık maliyetleri yüksektir.

- Jeotermal enerji kaynaklarına kurulan santral yerleşim yerlerine yakın olmalıdır.

- Jeotermal enerjide enerji iletimi verimli olmayabilir.

- Jeotermal enerji kaynaklarının bazılarının içeriğinde zararlı olabilecek kimyasal bileşenler bulunduğu için re-enjeksiyon yöntemini kullanmak gerekebilir.

- Jeotermal enerji kaynaklarından çıkan akışkan ağırlıklı olarak aşındırıcı ve kirlilik yaratıcı mineraller içermektedir.

- Jeotermal enerjinin elde edildiği kaynaklardan kullanılan kısım için tekrar oluşma süresi kısa sürede mümkün değildir.

Jeotermal enerji yenilenebilir enerjiler arasında iklim ve dış koşullardan etkilenmeyen bir enerji kaynağıdır. Yerli teknoloji jeotermal üretimi için yeterli olduğundan ithalat gerektirmemektedir.

1.3.6. Biyokütle Enerjisi

Güneş enerjisini fotosentez yapmak suretiyle depo eden bitki ve canlı organizmalara biyokütle denmektedir. Farklı bir deyişle asırlık bir dönemden daha kısa bir sürede kendini tekrarlayan, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvansal atıklar, besin sanayi ve orman mahsulleri ile kentsel atıklar içeren tüm organik maddelere biyokütle denir. Bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddelerin temel bileşenleri karbonhidrat bileşikleridir. Bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilen enerji biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. (Kaplunan 2014:100). Yakıt olarak kullanılan atıklar, biyogaz oranı ve metan oranı Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimi ve Metan Oranı

Kaynak	Biyogaz verimi (Lt/kg)	Metan oranı (hacim %si)
Sığır gübresi	90-310	65
Kanatlı gübresi	310-620	60
Domuz gübresi	340-550	65-70
Buğday samanı	200-300	50-60
Çavdar samanı	200-300	59
Arpa samanı	290-310	59
Mısır sapları ve atıklar	380-460	59
Keten veya kenevir	360	59
Çine	280-550	70
Sebze atıkları	330-360	Değişken
Ziraat atıkları	310-430	60-70
Yerfıstığı kabuğu	365	---
Dökülmüş ağaç yaprakları	210-290	58
Algler	420-500	63
Atıksı çamuru	310-800	65-80

Kaynak: <http://www.eie.gov.tr> Erişim Tarihi 06.08.2018

Biyokütle enerjisi yenilenebilir çevreye zarar vermeyen yerli bir enerji kaynağıdır. Biyokütle enerjisi Tablo 6'da Klasik biyokütle ve modern biyokütle olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Tablo 6. Biyokütle Enerji Kaynakları

Biyokütle Enerjisinin Sınıflandırılması	
Klasik Biyokütle Enerji kaynakları	Modern Biyokütle Enerji Kaynakları
Hayvan atıkları	Kentsel atıklar
Bitki atıkları	Tarımsal temelli sanayi atıklar
Odunlar	Ağaç işletmeciliği atıkları
	Orman işletmeciliği atıkları
	Enerji temelli ormancılık
	Enerji temelli tarımsal ürünler

Kaynak: Öztürk 2013

Biyokütleden enerji üretiminin yanında, mobilya, kağıt, yalıtım maddesi gibi bir çok alanda yararlanılmaktadır. Enerji olarak kullanılması için çeşitli teknolojiler kullanılmakta ve katı sıvı gaz yakıtlar elde edilmektedir. Biyokütleden üretilen yakıtlar: Biyoetanol, biyogaz, biyodizel, gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi birçok yakıtı saymak mümkündür (Kaplukan 2014:104).

Tablo 7. Biyokütle Kaynakları Kullanılan Çevrim Teknikleri Bu Teknikler Kullanılarak Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulama Alanları

Biyokütle	Çevrim Yöntemi	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman atıkları	Havasız çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal atıklar	Fermentasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöpler(organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik yağ roketleri
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

Kaynak: Kaplukan 2014:105

Biyokütle enerjisinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Biyokütle enerjisinin avantajları şu şekilde sıralanabilir (Öztürk 2008: 23; Bayraç 2018: 69):

- Biyokütle enerjisi için üretilen bitkiler her yerde yetişmektedir.
- Biyokütle enerjisinin üretim ve çevrim yöntemleri teknolojileri iyi bilinmektedir.

- Biyokütle enerjisi için düşük ışık şiddeti yeterlidir.
- Biyokütle enerjisi her ölçekte enerji verimi için uygundur.
- Biyokütle enerjisi depolanması kolaydır.
- Biyokütle enerjisi üretimi için 5-35⁰C arasında sıcaklık gerekir.
- Biyokütle enerjisi sosyo-ekonomik önemi büyüktür.
- Biyokütle enerjisinin çevreye zararı yok denecek kadar azdır.
- Biyokütle enerjisi yeni bir faaliyet olacağından istihdam yaratır.
- Biyokütle enerjisi istenilen büyüklükte yapılabilir.

Biyokütle enerjisinin dezavantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz (Öztürk 2008: 23):

- Biyokütle enerjisi verim bakımından yetersizdir.
- Biyokütle enerjisi tarım alanlarına rekabet oluşturur.
- Biyokütle enerjisi fazla suya ihtiyaç duyar.
- Biyokütle enerjisi sadece geniş yerleşim bölgelerinde uygulanabilir.

Biyokütle enerjisinin elde edilmesi için gereken ısı, ışık ve su gibi kaynaklar kolay elde edilir. Biyokütle enerjisi elde edilirken kötü kokular ortaya çıkar.

1.3.7. Deniz Akımları Enerjisi

Deniz akım enerjileri; dalga enerjisi, gel-git enerjisi, akıntı enerjisi, okyanus termal enerji dönüşümleridir. Denizlerde oluşan dalgalanma hareketlerinden ve dalgaların oluşturduğu basınçtan elde edilen enerjiye dalga enerjisi adı verilmektedir. Rüzgar, gel-git olayı ve deniz diplerinde yaşanan çökmeler ile depremler deniz ve okyanuslar dalgaların oluşmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerin başında en çok önerilen enerji kaynağıdır. Büyük bir enerji kaynağı değildir ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında en güvenilir olanıdır. Dalga gücü zamanın %90'ından elde edilir ve güneş ile rüzgâr zamanına göre % 60-70 daha fazladır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en az kullanılanı dalga enerjisidir.

Dünyanın %70 su %30 kara olduğu düşünülürse, gereken önemin verilmesi koşulunda enerji ihtiyacının çoğunu karşılayabilir (Bayraç, Çildir, Çelikay. 2018: 71).

Deniz kökenli enerjilerden bir diğeri olan gel-git enerjisi okyanuslarda meydana gelen akıntıların sebep olduğu su kütlelerinin yer değıştirmesi yoluyla oluşturduğu kinetik enerjinin elektrik enerjisine kurulacak işletmeler aracılığıyla dönüştürülmesi sonucunda ortaya çıkar. Gel-git enerjisi üretimine elverişli koyların ağzı baraj inşa etmek suretiyle kapatılır. Gelen suyun tutulması ve çekilmesi sonrasında yükseklik farkından yararlanılarak türbinler aracılığı ile elektrik üretilir (Şekelli, Keceçioğlu 2011: 19-21). Gel-git enerjisinden iki yöntemle enerji elde edilir.

- Su bir haznede toplanır ve hazne ile deniz seviyesi arasında bir yükselti farkı oluşturulur. Böylelikle potansiyel enerjiden elektrik enerjisi üretilir.
- Suyun önüne yerleştirilen türbinlerin yükselip alçalmasıyla döndürülür ve türbine bağlı olan jeneratörlerden elektrik enerjisi üretilir (Öztürk 2008: 335).

Deniz kökenli enerjilerden bir diğeri ise akıntı enerjisidir. Akıntı enerjisi üretmek amacıyla deniz tabanlarına inşa edilen türbinler vasıtasıyla deniz ve okyanustaki düzenli akıntıların sahip oldukları kinetik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesine akıntı enerjisi denir (Şekelli, Keceçioğlu 2011: 19-21).

Deniz akım enerjileri arasında yer alan Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (OTEC) sıcak iklimin mevcut olduğu okyanuslarda yüzey sularının sıcak olması ve okyanus diplerinin soğuk suları arasındaki ısı farkından yararlanılarak termodinamik devre ile elektrik enerjisi üretilmesine denir. Okyanus termal enerji dönüşümü sisteminin etkili olabilmesi için okyanus yüzeyi ile okyanus diplerinin sıcaklık farklarının en az 20⁰C olması gerekmektedir (Üçgül, Elibüyük 2016: 88). OTEC' den üç şekilde enerji üretilmektedir. Açık çevrim sistemi bu sistemde okyanus yüzeyindeki sıcak su alınarak sıcak suyun buharlaşması sonucu türbinler döner ve enerji elde edilir (Üçgül, Elibüyük 2016: 88). Kapalı çevrim sistemi ise aynı açık çevrim sistemi gibi olup arasındaki tek fark; suyun yanına amonyak ve propan gibi suyun kaynama noktasından düşük olan maddenin eklenerek yüksek basınç ile türbinin dönmesinin sağlanmasıdır (Gülsaç 2009: 60). Diğeri bir yöntem ise hibrid sistemidir. Bu sistem kapalı ve açık çevrimin aynısıdır. Fakat bunda ikinci madde

olarak sadece amonyak kullanılır ve amonyak ılık su ile buharlaştırılarak türbinlerin çevrilmesini sağlar ve bunun sonucunda enerji elde edilir(Üçgül, Elibüyük 2016: 88).

Dalga enerjisi dönüşüm sistemleri kapsamında; açık deniz sistemleri, kıyı yakını sistemi ve deniz kıyısı sistemi olmak üzere üç yöntem vardır. Bu yöntemler Tablo 8’ de gösterilmiştir.

Tablo 8. Dalga Enerjisi Amaçlı Kullanılan Sistemler ve Prosesleri

Açık Deniz Sistemleri	Su sütunu ile kapalı alanda yapılan hareket ile türbinde hava basıncının elde edilmesi
	Su üzerinde kalmış olan büyük hacme sahip kütlelerin hızla alçalarak hareket elde edilmesi
	Dalgaların yukarı yönde hareketiyle suların direkt olarak türbinlere iletilmesi sonucu bir depo içerisinde biriktirilmesi
Kıyı Yakını Sistemi	Su sütunu ile kapalı alanda yapılan hareket ile türbinde hava basıncının elde edilmesi
	Su üzerinde kalmış olan büyük hacme sahip kütlelerin hızla alçalarak hareket elde edilmesi
	Dalgaların yukarı yönde hareketiyle suların direkt olarak türbinlere iletilmesi sonucu bir depo içerisinde biriktirilmesi
Deniz Kıyısı Sistemi	Su sütunu ile kapalı alanda yapılan hareket ile türbinde hava basıncının elde edilmesi
	Su üzerinde kalmış olan büyük hacme sahip kütlelerin hızla alçalarak hareket elde edilmesi
	Suyun kaldırma kuvveti sayesinde hacimli kütlelerin kaldırılması ya da itilmesi ile hareket elde edilmesi

Kaynak: Sağlam, Uyar 2005:2

Deniz akımları enerjisinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Deniz akımları enerjisinin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztürk 2008: 23):

- Çevreyi kirletmez ve kıyıların korunmasını sağlar.
- Deniz ve okyanusların diplerindeki zenginlikleri açığa çıkarır.
- Elektrik şebekesi olmayan uzak bölgelerin elektrik ihtiyacını giderir.
- Yenilenebilir enerji kaynağıdır.
- Doğada bol miktarda bulunur ve yenilenemez kaynaklara olan bağımlılığı azaltır.
- Yeni bir faaliyet olacağından istihdam yaratır.

- Deniz akımları enerjisinde tuzlu su tatlı suya dönüştürülür ve ihtiyaç duyulan bölgelere pompalanır.
- Kullanılan teknolojinin gelişmesi diğer deniz ortamlarında yapılacak olan çalışmalara öncülük eder.

Deniz akımları enerjisinin dezavantajları ise şunlardır(Kaya 2018: 39):

- Deniz akımları enerjisi için kurulacak sistemin yerleşim bölgelerine yakın olması gerekir.
- Deniz akımları enerjisi sistemi olası kötü hava koşulları sonucunda zarar görebilir.
- Deniz akımları enerjisi sistemi yeni bir teknoloji olduğundan yeterli kalifiye eleman bulunması zordur.
- Deniz akımları enerjisinde her dalga boyu için yeni bir sistem geliştirmek zorunludur.
- Deniz akımları enerjisinde gemilerin rotalar ile balık av sahaları kısıtlamalarının dikkate alınarak enerji üretim tesislerinin kurulması gerekir.

Yenilenebilir enerji kaynakları doğada sınırsız bulunduğu için yenilenemez enerji kaynaklarına göre avantajlıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi ülkeler için önemlidir. Fakat bu üretimin maliyet, kârlılık ve ulaşılabilirlik gibi durumlar dikkate alınarak ülkelerin kendi imkân ve teknolojileri ile üretilmesi daha fazla avantaj sağlayacaktır. Çünkü ithal edilen makine, teçhizat ve teknoloji güneş enerjisi için 19 yıl, hidroelektrik enerjisi için 12 yıl, rüzgar enerjisi için 9 yıl, jeotermal enerji için ise 7 yıl elde edilen gelir ithal edilen ülkelere verilmesi demektir. Kurulan her yenilenebilir enerji santrali yeni istihdamlar demektir. Üretilen her yenilenebilir enerji ülkenin enerji ihtiyacında dışa bağımlılığını azaltacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulacağı yerler iyi belirlenmeli doğaya ve çevreye zarar verilmemelidir (Kavcıoğlu 2018: 127)

İKİNCİ BÖLÜM

2. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İLE İLGİLİ GENEL GÖRÜNÜM VE UYGULANAN TEŞVİKLER

2.1. Türkiye’de Enerji Sektörünün Görünümü

Elektrik enerjisi sektörü gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de hızla büyümektedir. Türkiye’deki nüfus artışı ve büyüme oranı yükselmektedir. Buna bağlı olarak da kentleşme ve sanayileşme de artmaktadır. Artan sanayi ve kentleşme sonucunda elektrik enerjisine olan talep artmaktadır. Türkiye’de ekonomik büyüme ile beraber yaşam standartlarındaki artış elektrik enerjisine olan ihtiyacın artmasına neden olmaktadır (Kavcıoğlu 2015: 38).

Tablo 9. Dünya Birincil Enerji Verileri

Ülkeler	2016 (Mtep)	2017 (Mtep)	2017 Büyümesi (%)	2005-2016 Büyüme hızı(%)	2017 Payı (%)
Çin	3.053	3014,6	-1,26	4,94	22,9
ABD	2.273	2280,6	0,33	-0,24	17,3
Hindistan	724	700,6	-3,23	5,67	5,3
Rusya	674	666,8	-1,07	0,32	5,1
Japonya	445	448,5	0,79	1,49	3,4
Kanada	330	329,9	-0,03	0,21	2,5
Almanya	322	320,6	0,44	-0,25	2,4
Brezilya	298	292,8	-191	3,2	2,2
Güney Kore	286	276,9	-3,18	2,35	2,1
İran	271	267,2	-1,40	3,88	2,0
Suudi Arabistan	266	264,0	-0,75	4,81	2,0
Fransa	236	239,0	1,27	-0,97	1,8
Birleşik Krallık	188	191,2	1,70	-1,79	1,5
Meksika	187	185,0	-1,07	0,95	1,4
Endonezya	175	195,6	11,77	3,26	1,5
İtalya	151	151,7	0,46	1,85	1,2
Avustralya	138	131,4	-4,78	1,58	1,0
İspanya	138	134,4	-2,61	-1,07	1,0
Türkiye	138	126,9	-8,04	4,38	1,0
Tayvan	124	124,9	0,72	3,31	0,9
Toplam	10.4141	13147,3	-	-	100

Kaynak: TETAŞ 2017 Yılı Sektör raporu s.2; Kaya, Şenel, Koç 2018: 222)

Tablo 9’da dünya birincil enerji tüketiminin verileri gösterilmektedir. Buna göre, Türkiye’nin 2005-2016 yılları arasında ortalama büyümesi % 4,38 ve 2017 birincil enerji tüketim payı %1’dir. Türkiye dünya sıralamasında birincil enerji tüketimi büyümesi hızında Hindistan, Çin, Suudi Arabistan’dan sonra 4. Sırada yer almaktadır. 2017 yılı birincil enerji tüketiminde dünyada 17. Sırada yer almaktadır.

Tablo 10. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Görünümü (GWh)

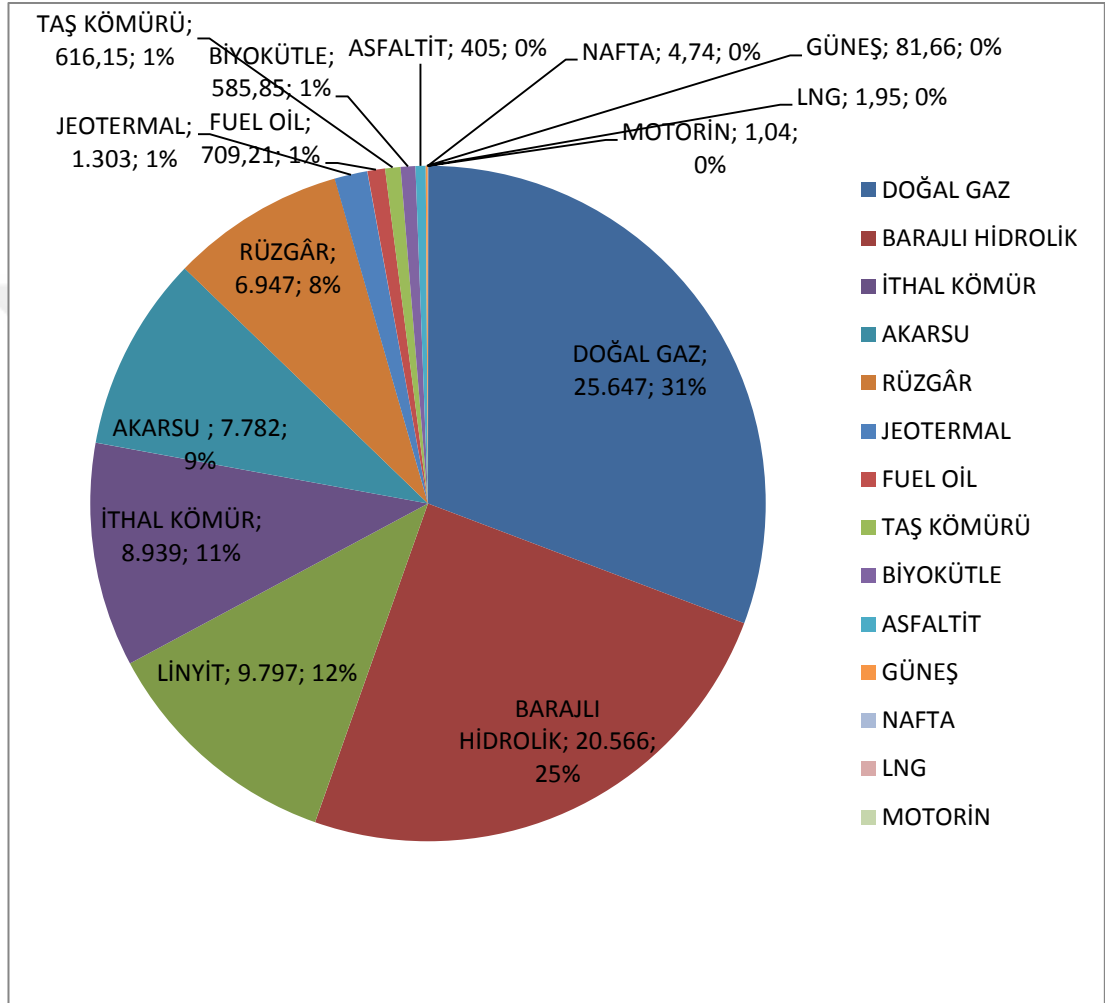
Yıl	Üretim	İthalat	İhracat	Tüketim	Üretim Artış Oranı	Tüketim Artış Oranı
2002	129.400	3.588	435	132.553	5,4%	4,5%
2003	140.581	1.158	588	141.151	8,6%	6,5%
2004	150.698	464	1.144	150.018	7,2%	6,3%
2005	161.956	636	1.798	160.794	7,5%	7,2%
2006	176.300	573	2.236	174.637	8,9%	8,6%
2007	191.558	864	2.422	190.000	8,7%	8,8%
2008	198.418	789	1.122	198.085	3,6%	4,3%
2009	194.813	812	1.546	194.079	-1,8%	-2,0%
2010	211.208	1.144	1.918	210.434	8,4%	8,4%
2011	229.395	4.556	3.645	230.306	8,6%	9,4%
2012	239.497	5.826	2.954	242.370	4,4%	5,2%
2013	240.154	7.429	1.227	246.357	0,3%	1,6%
2014	251.963	7.953	2.696	257.220	4,9%	4,4%
2015	261.783	7.135	3.194	265.724	3,9%	3,3%
2016	273.387	6.400	1.442	278.345	4,4%	4,7%
2017	295.510,6	2.729,1	3.300,1	294.939,6	8,1%	6,0%

Kaynak: https://www.enerji.gov.tr/Resources/Sites/1/Pages/Sayi_15/index.html

Erişim Tarihi 10.09.2018

Tablo 10’da gösterildiği gibi Türkiye’de 2017 yılı sonu itibarıyla elektrik enerjisi üretimi 295,5 milyar GWh, tüketimin ise 294,9 milyar olduğu görünmektedir. Türkiye’nin yıllık elektrik enerjisi tüketim artış hızı son 16 yılda ortalama %5,45 seviyelerinde gerçekleşmiş ve 2003 yılında 140,5 milyar GWh olan elektrik tüketimimiz 2017 yılında yaklaşık 2 katını geçerek 294,9 milyar GWh’e ulaşmıştır. Elektrik enerjisi talebindeki artış 2014 yılında %4,4, 2015 yılında %3,3 iken, 2016 yılında %4,7, 2017 yılında %6,0 olarak gerçekleşmiştir. 2002-2017 döneminde elektrik üretimi %128 oranında artarak 295510 GWh’e ulaşmış olup, elektrik tüketimi ise %122 oranında artarak 294939 GWh’ e ulaşmıştır. 2017 yılı itibarıyla toplam elektrik arzının %98,7’ si yurt içinde tüketilmiştir. Yıllar itibarıyla

bakıldığında ortalama olarak % 5,70 üretimde artış olduğu buna karşılık ise tüketimi artışının %5,45 olduğu görülmektedir. Üretim artış oranının tüketimden fazla olduğu ama bu fazlalığın yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Şekil 1 'de Türkiye'nin 2019 yılı kurulu gücü gösterilmektedir. Türkiye'de 2019 yılı itibariyle lisanlı kurulu güç toplamda 83.386 MW'tır.



Şekil 1. Lisans Verilen Kurulu Güç 2019 (MW)

Kaynak: Elektrik Piyasası Sektör Raporu Ocak 2019:2

2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Uygulanan Teşvik ve Düzenlemeler

4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 20.02.2001 tarihinde kabul edilmiştir. 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun amacı; elektriğin Türkiye'nin ihtiyacını karşılayacak şekilde yeterli, kaliteli, aralıksız üretilmesini sağlamasıdır. Bunları

yaparken maliyetleri en aza indirerek ve çevreye zarar vermeden yapmasıdır. Özel hukuk hükümlerine uyarak firmalar için rekabet ortamında; mali açıdan güçlü, dengeli ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının kurulmasını sağlayarak kurulan bu piyasada bağımsız düzenleme ve denetlemenin sağlanmasıdır. 4628 sayılı kanunda 2018 yılına kadar toplamda 32 kere maddelerin değişme veya iptal edilmesi söz konusu olmuştur. 4628 sayılı kanununda mevcut halinde yapılan değişme ve iptaller sektörün ihtiyaçlarının gerisinde kalmıştır.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun; rüzgâr, hidrolik, hidrojeolojik (dalga, akıntı enerjisi, gel-git vb.), jeotermal, güneş, biyokütlesel (çöp gazı dahil) yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretmeyi ve üretimin yaygınlaştırılmasını amaç edinmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimini artırmak, bu kaynakların ekonomiye en uygun şekilde kazandırılmasını sağlamak ve yenilenebilir enerjiden elektrik enerjisi üretimi için gerekli alet ve ekipmanın yerli imkânlarla geliştirilip üretilmesini amaçlamaktadır. 5346 sayılı kanunun kapsamı ise yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin usul ve esasları içermektedir. 5346 sayılı kanun kapsamında yenilenebilir enerjiden enerji üretecek gerçek ve tüzel kişilerin kanun yürürlüğe girdiği 18/05/2005 tarihi ile 31/12/2015 tarihi arasında enerji ürettikleri yenilenebilir kaynağa göre alacakları ücretler kanunun I sayılı cetvelinde belirlenmiştir. Bu ücretlerden gerçek veya tüzel kişi 10 yıl süre ile yararlanır. 31/12/2015 tarihinden sonra faaliyete alınan yenilenebilir enerji üretim santralleri için ücretler I sayılı cetveldeki fiyatları geçmemek koşulu ile bakanlar kurulu tarafından belirlenir. Tablo 11’de I sayılı cetvel verilmiştir.

Tablo 11. I Sayılı cetvel

Yenilenebilir Enerjilere Bağlı Olarak Üretim Yapan Tesis Türleri	Uygulama Fiyatı (ABD Doları /kWh)
a. Hidroelektrik enerji üretim tesisleri	7,3
b. Rüzgar ile enerji üretim tesisleri	7,3
c. Jeotermal kaynaklar ile enerji üretim tesisleri	10,5
d. Biyokütle ile enerji üretim tesisleri	13,3
e. Güneş enerjisi üretim tesisleri	13,3

Kaynak: 5346 sayılı kanun s.9

Tablo 11'den de anlaşılacağı gibi hidroelektrik üretim tesisleri için 7,3 cent/kWh, rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi için 7,3 cent/kWh, jeotermal enerjisine dayalı üretim için 10,5 cent/kWh, biyokütleyle dayalı üretim tesisi için 13,3 cent/kWh, güneş enerjisine dayalı üretim için ise 13,3 cent/kWh ödemektedir.

5346 sayılı kanuna göre 31/12/2015 tarihinden önce faaliyette olan üretim tesisleri için gerekli alet ve ekipmanın yurt içerisinde üretilmesi halinde bu tesisler kanunun I sayılı cetvelindeki fiyatlardan yararlanır ve bu kanuna ekli II sayılı cetveldeki fiyatlar I sayılı cetveldeki ilgili fiyata eklenerek 5 yıl süre ile kullanılır.

Tablo 12. II sayılı cetvel

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvörtör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7
G-Deniz akım enerjisi	Deniz akım enerjileri Türkiye’de faaliyette olmadığı için yasal bir destek yoktur.	-

Kaynak. 5346 sayılı kanun s.10

Kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulmuş olan yenilenebilir tip enerji santralleri kuran gerek gerçek gerekse tüzel kişiler, toplam 1000 kW güce sahip olan tesisler için proje, planlama, inceleme ve ön çalışma prosedürleri DSİ ya da EİE aracılığıyla tamamlanırken bu işlemler için herhangi bir hizmet bedeli ödeme işlemi aranmaz.

5346 sayılı bu kanun ile enerji tesisleri, Türkiye’de üretilmiş olan ekipmanlar, Güneş pilleri üzerindeki ar-ge ve imalat harcamaları ve biyokütle enerjisi konusundaki ar-ge faaliyetleri ve tesis harcamaları için bakanlar kurulu tarafından

verilen teşviklerden yararlanılabilir.

6446 sayılı yeni elektrik piyasası kanununu 4628 sayılı elektrik kanununun eksiklerini tamamlayarak yeni yenilikler ve teşvikler getirmiştir. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Birden fazla aynı türdeki yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesislerinden sisteme aynı yerden bağlanması koşulu ile tek üretim lisansı içerisinde değerlendirilir.

- Üretim lisansı sahiplerinin kendi tesislerinde ürettiği enerjiyi dağıtım veya iletim sistemine vermeden kendi tüketim tesislerinde kullanması koşulu ile isteği kadar üretim yapabilir.

- Enerji üretimi 5 MW'a kadar olan üretim tesisleri lisanstan muaftır.

- Belediyeler tarafından katı atık tesisleri ile arıtma tesisleri çamurlarının ortadan kaldırılması için kurulan elektrik üretim tesisleri lisanstan muaftır.

- Lisans alma zorunluğu olmayan üretimi tüketiminden fazla olan enerji üretimlerinde fazla olan üretimi 5346 sayılı kanun I sayılı cetvelinde belirtilen fiyattan tedarikçi firmalar tarafından alımı yapılır.

- Devlet Su İşleri tarafından yapılan geri işletme ve kullanım haklarına ilişkin sözleşmelerle alakalı düzenlemeler damga vergisi ve işlemlere tabii harçtan muaftır.

- Elektrik dağıtım şirketleri ile elektrik üretim tesis veya şirketlerinin özelleştirme çalışmaları kapsamında 2023 yılının son gününe kadar yapılacak devir, bölünme, kısmi bölünme, birleşme gibi işlemlerle alakalı olarak ortaya çıkan kazançlardan kurumlar vergisi alınmaz. Özelleştirme kapsamında yapılacak teslim ve hizmetlerden katma değer vergisi alınmaz.

- Enerji üretimi için kurulan tesislerde 5 yıl boyunca dağıtım bedelinde %50 indirim yapılır.

- Üretim; harçtan ve düzenlenen kağıtlardan damga vergisi alınmaz.

5346 sayılı kanuna 6094 sayılı kanun ile yeni maddeler eklenmiştir. Bu maddeler şu şekilde sıralanabilir:

- 5346 sayılı kanun yürürlüğe girdiği 18/05/2005 tarihi ile 31/12/2015 tarihine kadar faaliyete geçmiş veya faaliyete girecek Yenilenebilir Enerji Kaynağı (YEK) Destekleme Mekanizmasına bağımlı lisans malikleri için, 5346 sayılı kanunun I sayılı cetvelindeki fiyatlar, 10 yıl süre ile uygulanır. Ancak yapılan son düzenlemeyle I sayılı cetveldeki fiyatları geçmemek koşulu ile süre bakanlar kurulu tarafından belirlenir.

- Gerçek ve tüzel kişilerin kendi ihtiyaçları için yenilenebilir enerji kaynaklardan ürettiği elektrik ve ihtiyacından fazla olan elektriği 5346 sayılı kanun I sayılı cetveldeki fiyatlardan 10 yıl süre ile yararlanır. Elektrik enerjisinin dağıtım şirketi tarafından alınması zorunludur. Elektrik dağıtım şirketi tarafından alınan ihtiyaç fazlası enerji üretimi YEK destekleme mekanizması kapsamında üretilmiş kabul edilir.

- Gerçek ve tüzel kişilerin kendi ihtiyacından fazla ürettiği elektriği 5346 sayılı kanun I sayılı cetveldeki fiyatlara ek olarak üretim tesisindeki mekanik veya elektro-mekanik aksanın yurt içinde üretilmesi koşulu ile 5346 sayılı kanun II sayılı cetvelindeki fiyatlar 5 yıl süre ile eklenir.

- Bu kanun kapsamında enerji üreten lisans sahipleri belirlenen sahada üretmek koşulu ile lisans verilen kurulu gücü geçmemek kaydıyla ilave kapasite kurulabilir.

- 2013 yılın son gününe kadar kurulacak güneş enerji santrallerinin kurulu gücü 600MW'tan fazla olamaz. 2014 yılının ilk gününden itibaren kurulacak güneş enerji santrallerinin toplam kurulu gücünü belirlemede bakanlar kurulu yetkilidir.

- 6094 sayılı kanun yürürlüğe girdiği tarihte faaliyette olan enerji santralleri ve 31/12/2015 tarihine kadar faaliyete geçecek enerji santrallerinden kuruluşundan itibaren 10 yıl izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanır.

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'nun amacı enerjinin bilinçli ve israf edilmeden kullanılmasını, enerjinin ülke ekonomisindeki yükünün azaltılmasını ve çevrenin korunmasında enerji kaynaklarının ve üretilen enerjinin verimliliğini artırmaktır. Bu kanun, enerjinin üretimi, aktarımı ve tüketimi aşamalarında enerji

üretim kuruluşları ve dağıtım şebekelerinde, sınai ve sanayi işletmelerinde, ulaşım organizasyonlarında, konut ve yapılarda enerji verimliliğinin artırılmasına, toplumun tüm kesimlerinde enerji bilinci oluşmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarına yaklaşımlarda uygulanacak usûl ve esasları kapsar. Bu bağlamda, enerji verimliliği projelerinin desteklenmesi, tüketim yoğunluğunun azaltılması ve bu konuda yapılacak araştırma ve geliştirme çalışmaları aşağıdaki usûl ve esaslara göre desteklenir:

- Sanayi işletmeleri tarafından Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü ve Bakanlık tarafından onaylanan tasarıda belirlenmiş fiyatı en fazla 1.000.000 TL olan uygulama tasarılarının fiyatları en fazla % 20 oranında desteklenir. Bu oran cumhurbaşkanı kararı ile tasarı bedeli sınırının en fazla 5 katına kadar destek oranı ise en fazla 2 katına kadar çıkartılabilir.

- Herhangi bir sanayi işletmesi 3 yıl içerisinde enerji yoğunluğunu en az % 10 olarak azaltmayı üstlenirse elektrik işleri etüt idaresi genel müdürlüğü ile gönüllü sözleşme yapan ve taahhüdünü gerçekleştiren gerçek veya tüzel kişilerin ilgili sanayi işletmesinin, ödenek olanakları göz önünde bulundurularak ve 200.000 TL'yi geçmemek koşulu ile sözleşmenin yapıldığı yılın enerji giderinin %20'si karşlanır. Cumhurbaşkanı kararı ile destek miktarı en fazla 5 katına kadar, enerji gideri oranı da en fazla 2 katına kadar artırılabilir. Taahhüdünü yerine getiren işletmeler ile 2. kez sözleşme yapılmaz.

- Gönüllü sözleşme yapmış gerçek ve tüzel kişilerin sanayi işletmesi içinde tüketilen enerji kullanılarak; atıkları işleyen teknolojilerle ısı ve elektrik enerjisi üretim tesislerindeki ve ısı ve elektrik enerjisini birlikte üreten tesislerdeki ve yenilenebilir enerji kaynaklarını (hidrolik, solar, biyokütle, jeotermal vb.) kullanarak üretilen enerji, tüketim yoğunluğu hesabına dâhil edilmez.

- Yıllık toplam enerji tüketimi 500-1000 TEP arasında olan firmalar 5627 sayılı kanun kapsamında sanayi işletmeleri için tanımlanan yükümlülükleri sağlamak kaydıyla yukarıdaki ilk 2 maddede yazılan desteklere başvurabilir.

Jeotermal kaynaklar ile ilgili yürürlükte bulunan 5686 sayılı kanuna göre; doğada doğal mineralli ya da jeotermal su kaynaklarının bulunması, kaynakların zenginleştirilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde tüm işletme haklarına sahip

olunması ya da bu hakların devredilmesi, bunun yanında bu işletmelerin çevre koruma şartlarını yerine getirerek doğal uyum şartlarını bozmadan belirli ekonomik kriterler içerisinde işletilmesi ile ilgili esasları ve usulleri düzenlemek ana amaçlardır. 5686 nolu bu kanuna göre keşfedilmiş ya da henüz keşfedilmemiş jeotermal kaynakların genel etütleri, işletmelerin hakkedişleri, işletme devirleri, ihaleler, fesihleri denetimler gibi bir çok konu belirli hükümler altına alınmıştır.

- Bakanlığın uygun görmesi durumunda, proje bütçesinin %10'u kadar destek verilebilir.

- Bakanlığın destekleme süresi en fazla 2 yıldır. Bu sürenin sonunda, projenin bitmemesi durumunda genel müdürlük, uygun gördüğü takdirde işletmeye iki kere 6 aylık dönemler şeklinde ek süre tanıyabilmektedir.

Enerji Sektörleri Ar-Ge Proje Destekleme Programı (ENAR)'na ait hazırlanmış olan yönetmelikte ana amaç, Enerji Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu politikalarla yerli üretim enerjisi ve teknolojiyi, hizmet verecek şekilde desteklemektir. Bununla birlikte elde edilen teknolojik know-how ile süreci yönetme, uygulama ve dönüştürme projelerinin desteklenmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili gerekli esasları düzenlemek başlıca görevlerdendir. Bu yönetmeliğe göre Türkiye'de enerji donanımı ve üretim metotlarının sürekli geliştirilmesi konusunda katkı sağlayacak, bu alanda gerek sektörü gerek istihdamı gerekse bilgi seviyesinin artırılmasını sağlayarak ülkemizi temsil edecek bir altyapı sağlanmış olacaktır. Bu konuda destek verilecek projelerin amaçları arasında aşağıda belirtilen konulardan bir tanesinin olması yeterli olacaktır;

- Milli enerji kaynaklarının kullanımının artırılması,
- Sürdürülebilir enerji teknolojileri,
- Çevreye duyarlı enerji teknolojileri,
- Enerji üretimindeki elektro-mekanik sistem teknolojileri,
- Tüketim verimliliği teknolojileri,
- Ekolojik zararı azaltan teknolojileri,
- Çevrim teknolojileri,

- Enerji aktarımı ve şebeke sistemlerinde modern uygulamaları.

Enerji sektörünün ar-ge projeleri desteklenme programına ait yönetmeliğe göre sunulan destekler şunlardır:

- Desteklenmesine uygun görülen bir ENAR projesinin toplam bütçesinin en fazla olmak kaydıyla %80 kadarı bakanlık tarafından, en az olmak kaydı ile ise %20'si ise proje sahibi tarafınca nakit olarak karşılanır.

- Proje başvurularında özel şirketlerden, STK'lardan, AB destek programlarından ve bunun gibi uluslararası ölçekteki kaynaklar tarafından sağlanmış olan geri ödemesiz proje destekleri sağlanmaktadır. Proje için sağlanmış hibe ve destekler ilgili masraf ve giderlere ait harcamalar üzerinden düşülerek desteklenecek olan asıl harcama miktarı belirlenmektedir.

- ENAR girişimleri için yatırım ve destek kredileri kullanılamaz.

2.3.Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Görünümü

Türkiye'nin bulunduğu coğrafi konum itibariyle yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yüksektir. Yüksek potansiyele sahip olmasına rağmen enerji üretimi ise azdır. Bunun nedeni olarak; enerji santrallerin kurulum maliyetlerinin yüksek olması ve yasal düzenlemelerdeki eksiklikler gibi bir çok etken yatmaktadır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık oranları göz önünde bulundurulacak olursak yenilenebilir enerji potansiyelinin üretime kazandırılması uzun dönemde Türkiye için önemli bir hal almaktadır (Savrul 2016: 110).

Tablo 13’de gösterilen mevcut verilerden anlaşılacağı gibi Türkiye'nin ekonomik yönden değerlendirilebilen potansiyeli hidrolik 100-130 GWh/yıl, güneş 91 GWh/yıl, biokütle 0,4GWh/yıl, rüzgar 98GWh/yıl, jeotermal 4GWh/yıl olarak verilmiştir. Kullanılan potansiyel ise hidrolik 27,7GWh/yıl, güneş 3,42GWh/yıl, biokütle 0,063GWh/yıl, rüzgar 6,8GWh/yıl, jeotermal ise 1,06GWh/yıl ‘dır. Bu verilerden de anlaşılacağı gibi Türkiye'nin var olan ekonomik potansiyelinin kullanımı oldukça azdır. Kullanımı az olan ekonomik potansiyeli bu alanlarda yapılacak olan yatırımlar için fırsat sağlamaktadır.

Tablo 13. 2017 Türkiye Yenilenebilir Tip Enerji Potansiyeli Durumu

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Mevcut (brüt) potansiyel (GWh / yıl)	Teknikyönden hesaplanabilen potansiyel (GWh / yıl)	Ekonomik olarak değerlendirilebilen potansiyel (GWh / yıl)	Kullanılan potansiyel (GWh/yıl)	Kullanım (%)
Hidrolik	430-450	215	100-130	27,2	23,65
Güneş	365	182*	91**	3,42	3,76
Biokütle	1,58	0,79*	0,4**	0,063	15,75
Rüzgar	400	124	98	6,8	6,94
Jeotermal	16	8*	4**	1,06	26,5

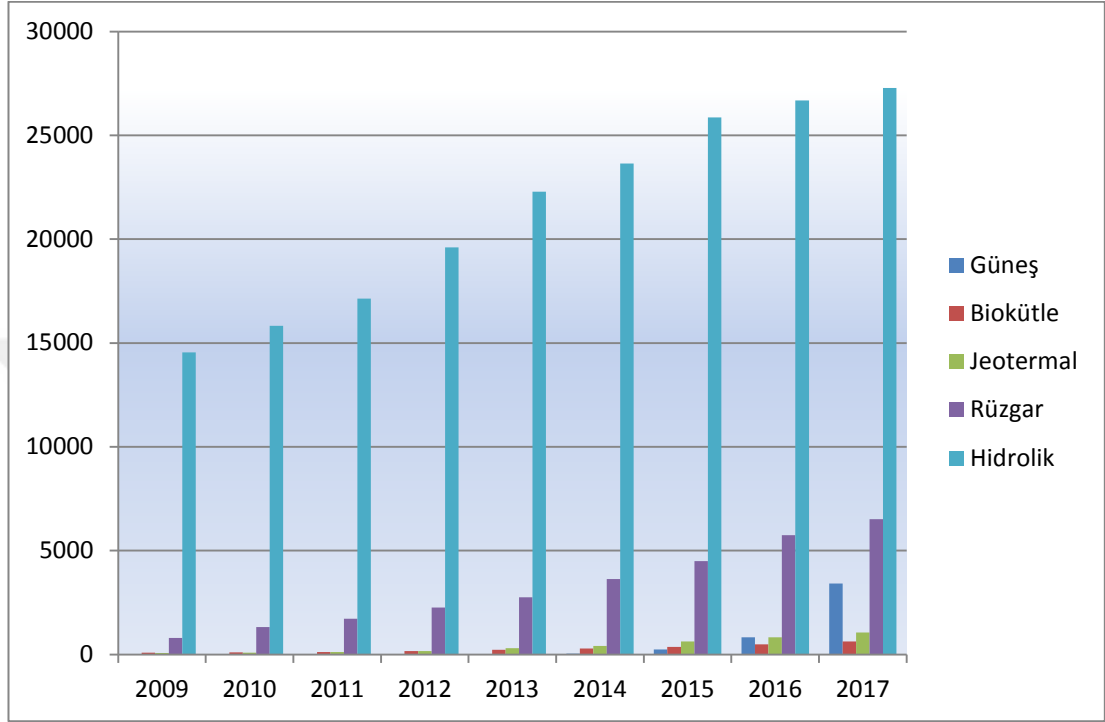
* : Bu kısımda brüt olarak hesaplanan potansiyelin %50'si değerlendirilmiştir.
** : Bu kısımda teknik hesaplama potansiyelinin %50'si alınmıştır.

Kaynak: EMO ve YEGM

Türkiye’de yenilenebilir enerjiye yönelik çıkartılan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimini Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile yenilenebilir enerjiye verilen önem arttırılmıştır. 5346 sayılı bu kanundan sonra yenilenebilir enerji yıllar itibariyle bulunduğu konumdan her sene artarak ilerlemektedir. 5346 sayılı kanun sonucunda firmalar devletten ürettikleri kWh başına para almaktadır. 5346 sayılı kanun sonucunda firmalara devlet 2018 yılında toplam 5.5 milyar dolar para ödemiştir. Ödenen 5.5 milyar doların 3.2 milyonu güneş enerjisi, 2.4 milyar doları jeotermal enerjisi, 1.1 milyar doları rüzgar enerjisi, 225 milyon dolar biokütle enerjisi, 1.8 milyar da hidroelektrik enerjisi için üreten firmalara ödenmiştir. Yapılan ödemeler dolar cinsinden olduğundan bu alana yapılacak yatırımları olumlu etkilemektedir. Bu alana yapılacak yatırımlar makine ekipmanın genel olarak dolar ile satılması ve dolar kurunun yüksek olması yatırımları etkilemekte fakat üretim başına ödenen ücretin dolar cinsinden olması bu etkiyi azaltmaktadır(<http://www.yegm.gov.tr>).

Şekil 2’de gösterildiği gibi Türkiye’de kurulu olan toplam yenilenebilir enerji gücü kapasitesi, 2009’da 15.950,3 MW iken 2016 yılı itibariyle 34.574 MW seviyelerine getirilerek bu alanda göz ardı edilemeyecek düzeyde bir ilerleme sağlanmıştır. 2017 yılı sonu ile birlikte Türkiye’deki kurulu güç 38.907 MW olarak tespit edilmiştir. Kaynaklara göre bakıldığında ise güneş enerjisinin son dört yılda her sene kendini katlayarak arttığı görülmekte ve 2017 yılında 3.420 MW olduğu anlaşılmaktadır. Biokütle enerjisi için bakıldığında ise 2009 yılı ile 2017 yılı arasında her sene için kendini artırarak ilerlediği ve 2017 yılında 634,2 MW enerji üretildiği

gözlenmektedir. Hidrolik enerji 2009 yılında 14553,4 iken nerdeyse %90 artarak 2017 yılında 27273,1 MW ulaşmıştır. Rüzgar enerjisi de 2009 yılında 791,6 iken 2017 yılında sekiz katından fazla artarak 6516,2 MW olmuştur. Jeotermal enerji ise 2009 yılında 77,2 iken 2017 yılında yaklaşık 14 katı artarak 1063,7 MW olmuştur.



Şekil 2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üreten Tesislerin Kurulu Güç Gelişimi

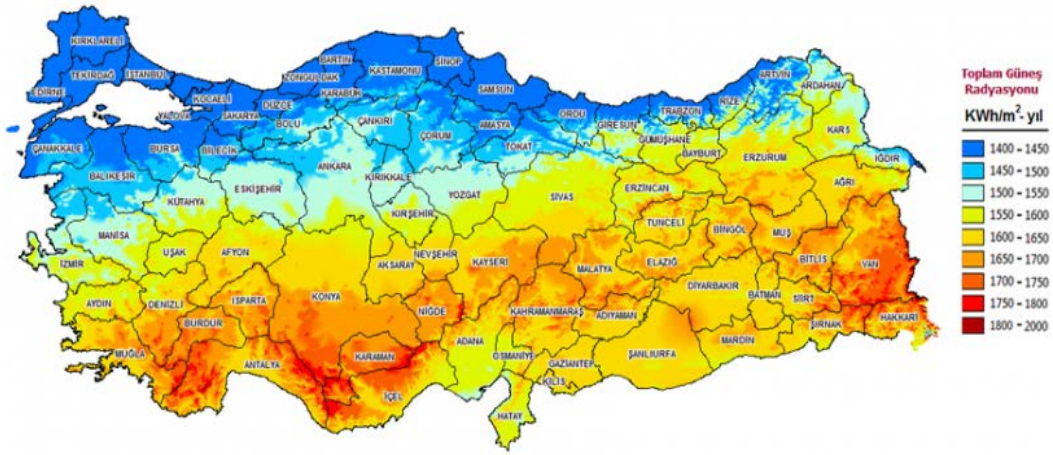
Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir.aspx>, Erişim Tarihi. 08.08.2018

2.3.1. Türkiye’de Güneş Enerjisi

Türkiye bulunduğu coğrafi konumu itibariyle dört mevsimin yaşandığı ve güneş potansiyelinin yüksek olduğu bir ülkedir. Türkiye’de güneşlenme süresinin en az olduğu ay Aralık ayıdır ve en fazla olduğu ay ise Temmuz ayıdır. Türkiye’nin en fazla güneşlenme süresi olan bölgeleri Güneydoğu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi’dir. Diğer yandan en az güneşlenme süresine sahip bölgeleri ise Marmara Bölgesi ve Doğu Karadeniz Bölgesi’dir(Erdoğan 2016:77). Türkiye’nin ilk güneş enerji santrali 200 KW gücünde Konya’da kurulmuştur. Türkiye’de güneş enerjisi bakımından kurulu santral sayısı kayıtlı 556 adettir. Türkiye’nin güneş enerjisi 2018 yılı kurulu gücü 5095 MW’ tır. Türkiye kurulu güç bakımından dünyada 12. sırada yer

almaktadır. Birinci sırada Çin 131000 MW kurulu gücü ile bulunmakta son sırada ise Letonya 2 MW kurulu gücü ile yer almaktadır. Kişi başına düşen güneş enerji santrali kurulu gücü bakımından Türkiye 62W ile 28. sırada yer almaktadır. Dünyada kişi başına düşen güneş enerji santrali sıralamasında 550 W ile Almanya 1. sırada ve en son sırada Letonya 1 W ile yer almaktadır(www.enerjiatlasi.com).

Dünyada güneş enerjisi üretimi 2009 yılında 23.243 MW'tır. Türkiye'de ise bu üretim 5 MW 'tır. 2017 yılında ise dünyada 389572 MW ve Türkiye'nin üretimi ise 3.422 MW'tır. Bu oranlara bakıldığında dünyada güneşten üretilen enerjinin payı 2009'da %0,02 iken 2017 yılında %0,87'ye yükselmiştir. Şekil 3'de Türkiye'nin güneş enerjisi radyasyonu harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3. Türkiye Güneş Enerjisi Atlası

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> Erişim Tarihi:03.09.2019

Şekil 3'deki Türkiye enerji atlasından anlaşılacağı gibi Karadeniz Bölgesi, Marmara Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesinin kuzeybatı kesiminde güneş enerji potansiyeli 1400-1500 KWh/m²-Yıl'dır. Van, Konya, Antalya Burdur, Isparta gibi şehirlerde güneş enerji potansiyeli 1650-2000 KWh/m²-Yıl'dır.

Türkiye bulunduğu coğrafi konumu itibariyle sahip olduğu yüksek potansiyel yıllık ortalama 110 gündür. Türkiye'de gerekli yatırımlar yapılması halinde birim metrekaresine 1.100 kWh enerji üretebilecek kapasiteye ulaşacaktır (Yeşil 2015:27-28).

Tablo 14’te verilen verilere göre Türkiye’nin en yüksek potansiyele sahip bölgesi 1460 kWh/m²-Yıl ile Güneydoğu Bölgesi’dir. En az olan ise 1120 kWh/m²-Yıl ile Karadeniz Bölgesi’dir. Türkiye’de bölgelere göre ortalama güneş enerjisi potansiyeli 1.307,71 kWh/m²-Yıl’dır.

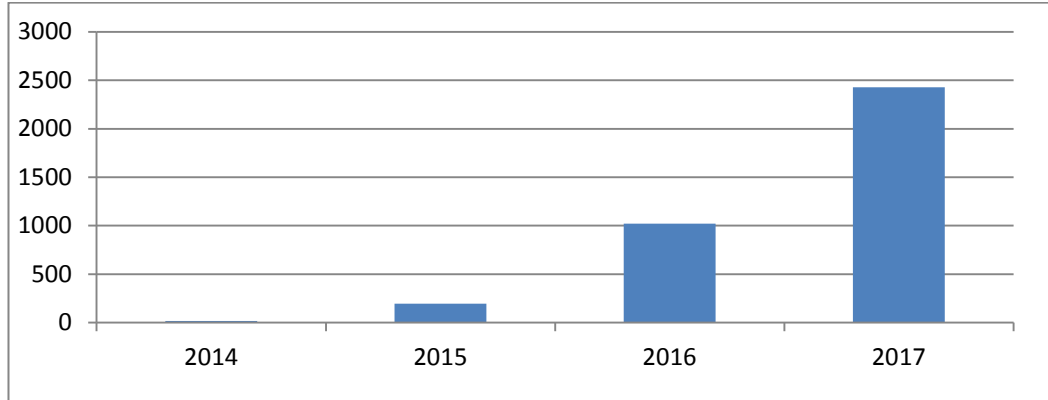
Tablo 14. Türkiye’deki Bölgeler ve Güneşlenme Süreleri

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² -Yıl)	Güneşlenme süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Bölgesi	1460	2993
Akdeniz Bölgesi	1390	2956
Doğu Anadolu Bölgesi	1365	2664
İç Anadolu Bölgesi	1314	2628
Ege Bölgesi Bölgesi	1304	2738
Marmara Bölgesi	1166	2409
Karadeniz Bölgesi	1120	1971

Kaynak: Kılınç 2015: 31

Tablo 15’de Türkiye’nin yıllar itibariyle güneş enerjisi ile elektrik enerjisi üretimi verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı gibi 2014 yılında 17 GWh iken güneş üretimi 2017 yılında 2429 GWh olmuştur. Bu artış 4 yıllık süreç içinde iyi bir artış sayılabilir.

Tablo 15. Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi (GWh)



Kaynak: <http://www.enerjiatlası.com> Erişim Tarihi: 01.12.2018

Tablo 16’da gösterilen verilere bakıldığında, güneş enerjisi için 5346 sayılı kanun I sayılı cetvelinden yararlanılmaya 2017 yılında başlanmıştır. 2016 yılında I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 3 iken 2018 yılında 9 olmuştur. Güneş enerjisi için 2017 yılında üretim 2.559.624 kWh iken bu üretim için 347.470,978

dolar ödenmiştir. 2018 yılında 24.165.921,50 kWh üretim için ise 3.279.234,719 dolar ödeme yapılmıştır.

Tablo 16. Güneş Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı ve Ödenen Teşvik Miktarı

	Yıllar	I sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	II sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	Üretilen Enerji(kWh)	Toplam Ödenen (Dolar)
Güneş	2010	0	0	0	0
	2011	0	0	0	0
	2012	0	0	0	0
	2013	0	0	0	0
	2014	0	0	0	0
	2015	0	0	0	0
	2016	0	0	0	0
	2017	3	1	2.559.624	347.470,978
	2018	9	7	24.165.921,50	3.279.234,719

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> Erişim Tarihi:03.09.2019

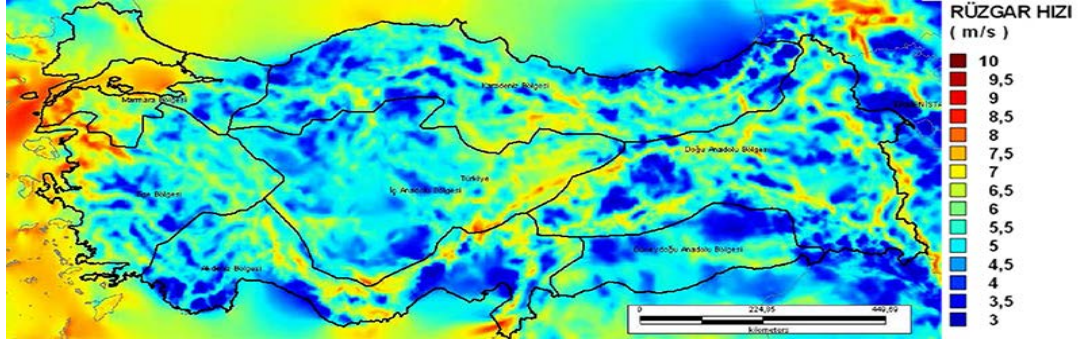
2.2.2. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi

Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli yüksek olan bir ülkedir. Türkiye gelişmekte olan ülke kategorisinde olup ekonomik olarak büyüyen bir ülkedir. Gelişen ekonomisinden enerji sektörü de payını almıştır. Dünyanın en hızlı gelişen enerji sektörünü içerisinde barındırmaktadır. 2000’li yıllarda özelleştirmenin başlamasından enerji sektörü de payını almıştır. Özelleştirme süreci başarılı geçmiştir ve sektör rekabetçi bir yapıya kavuşmuştur. Rekabetçi bir yapıya kavuşması sayesinde sektör büyümek için yeni ufuklar kazanmıştır. Sektörde özelleştirme ve bunun sonucunda gelen rekabetçilik sayesinde yenilenebilir enerji yatırımları artış göstermiştir. Yenilenebilir enerji kapsamında da rüzgârdan enerji üretimi artmıştır (Yeşil 2015: 48). Türkiye 2005 yılında çıkardığı 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu ile rüzgâr enerjisi günümüze kadar ciddi ilerlemeler kaydetmiştir. Sonuç olarak Türkiye, dünya rüzgâr enerji santrali kurulu gücü sıralamasında 2019 yılı itibariyle 7010 MW ile 12. sırada yer almakta ve kişi başına düşen rüzgâr enerjisi kurulu gücü ile de 85 W ile 31. sırada yer almaktadır (www.enerjiatlas.com).

Türkiye'nin rüzgâr enerji potansiyeli 48000 MW olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin yüz ölçümünün %1,30'na denk gelmektedir (www.enerji.gov.tr). Türkiye'de 1998 yılında ilk rüzgâr santrali kurulmuştur. Bu santral Çeşme-Germiyan Rüzgâr Santrali'dir. Rüzgâr santralinde toplam üç türbin bulunmaktadır ve ürettiği enerji 580 kW'tır. Bu tarihten sonra rüzgâr enerji santralleri kurulumu artmıştır ve günümüzde toplam rüzgâr enerji santrali sayısı 180 olmuştur. 172 adet rüzgâr santrali enerji üretmekteyken 8 adet rüzgâr enerji santrali inşaat halindedir. Toplamda 8 adet santralin de devreye girmesiyle kurulu güç 7.008 MW kapasiteye ulaşacaktır. Türkiye yıllar itibariyle bakıldığında rüzgârdan elektrik enerjisi üretiminin arttığı gözlenmektedir. 2000 yılında 33 GWh, 2005'te 59 GWh, 2010'da 2916 GWh, 2015'te 11652 GWh, 2018'in ağustos ayına kadar olan süreçte ise 10905 GWh elektrik üretildiği gözükmektedir. Bu verilere bakıldığında rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik enerjisinin toplam elektrik tüketimini karşılama oranı yıllar itibariyle şöyledir: 2000 yılında % 0,03, 2005 yılında % 0,04 2010 yılında % 1.39, 2015 yılında % 4.39, 2017 yılında ise bu oran % 6,07'dir. Bu karşılama oranları sürekli olarak artmaktadır. Fakat Türkiye rüzgâr potansiyelinin tamamını halen kullanamamaktadır (www.enerjiatlası.com).

Türkiye'de rüzgâr enerjisi santrali kurulabilmesi için belirli şartlar vardır. Bunlar; yer seviyesinden 50 m yükseklikte olması ve rüzgâr hızının 7,5m/s olmasıdır. Bu iki şarta uyan alanlarda metrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabilir. Bu santrallerin lisanslı olabilmesi için en az bir yıl rüzgâr akışının ölçülmesi ve 7m/s veya üzerinde rüzgâr akışı devamlı olmalıdır (www.enerji.gov.tr).

Şekil 4'te Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli atlası verilmiştir. Bu atlastan da anlaşılacağı gibi rüzgâr enerjisi bakımından yüksek rüzgâr hızına Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi'nin doğu kesimleri sahiptir. Rüzgâr hızının düşük olduğu yerler ise Karadeniz Bölgesi'nde; Trabzon, Ordu, Samsun, Akdeniz Bölgesinde; Adana ve Osmaniye olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Rüzgâr Potansiyel Enerji Atlası

Kaynak: <http://www.normenerji.com.tr> Erişim Tarihi: 01.12.2018

Tablo 17. Bölgeler Göre Ortalama Rüzgâr Gücü Yoğunlukları

Bölge	Rüzgâr Gücü Yoğunluğu(W/m ²)
Marmara Bölgesi	51,91
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	29,33
Ege Bölgesi	23,47
Akdeniz Bölgesi	21,36
Karadeniz Bölgesi	21,31
İç Anadolu Bölgesi	20,14
Doğu Anadolu Bölgesi	13,19

Kaynak: Öztürk 2008:194

Tablo 17'de bölgeler için rüzgâr gücü yoğunlukları verilmiştir. Rüzgâr enerjisi için ortalama rüzgâr gücü yoğunluğu bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. En fazla rüzgâr gücü yoğunluğu olan bölgemiz sırasıyla; Marmara, Güneydoğu Anadolu, Ege, Akdeniz, Karadeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'dir.

Tablo 18. Rüzgâr Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı ve Ödenen Teşvik Miktarı

	Yıllar	I sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	II sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	Üretilen Enerji(kWh)	Toplam Ödenen (Dolar)
Rüzgâr	2010	9	0	888.572.274	64.865.776
	2011	22	0	1.420.588.638	103.702.970
	2012	3	0	205.195.174	14.979.247
	2013	21	15	2.016.858.890	163.259.610
	2014	60	31	5.776.118.117	439.493.230
	2015	106	51	8.504.034.009	643.542.077
	2016	141	76	11.616.654.076	893.388.169
	2017	151	89	14.862.931.477	1.137.640.747
	2018	160	90	16.667.918.650,80	1.272.361.695

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> Erişim Tarihi:03.09.2019

Tablo 18 incelendiğinde, 5346 sayılı kanun I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 2010 yılında 9 iken 2018 yılında yaklaşık 18 katı artarak 160 firma olduğu görülmektedir. 5346 sayılı kanun II sayılı cetvelinden yararlanmaya ilk olarak 2013 yılında başlanmıştır ve 15 firma yararlanmıştır. 2010 yılında rüzgâr enerjisinden 888.572.274 kWh enerji üretilirken buna karşılık 64.865.776 dolar ödeme yapılmıştır. 2018 yılında ise 16.667.918.650,80 kWh enerji üretilirken buna karşılık da 1.272.361.695 dolar ödenmiştir.

2.2.3. Türkiye’de Hidroelektrik Enerji

Türkiye’de yenilenebilir enerjilerin ihtiyacı karşılmasına bakıldığında hidroelektrik santralleri (HES) birinci sırada gelmektedir. Türkiye yıllık toplam 450 milyar m³ yağış almaktadır. Türkiye’nin yerüstü suyu potansiyeli ekonomik ve teknik şartlar çerçevesinde sulama, hidroelektrik santralleri, v.b. amaçla tüketebileceği yıllık ortalama 94 milyar km³ tür. Ülkemizde yıllık yeraltı ve yerüstü su potansiyeli 112 milyar m³ olup bunun 54 milyar m³’ü kullanılmaktadır. Ülkemizde kişi başına düşen yıllık su miktarı 1400 m³ tür (DSİ 2017: 41-42). Türkiye’nin hidroelektrik enerjisi gelişimine bakıldığında, 1929 yılında ilk kurulan hidroelektrik santrali 2 adet türbinden oluşmaktadır. Türbin başına 0,52 kw güç üretmektedir ve firmanın adı Işıklar Hidroelektrik Santrali’dir. 2018 yılında ise hidroelektrik santrali sayımız 624 adet olmuştur. 624 firmadan yıllık ortalama elektrik üretimi 72,198 GWh’ tir. Hidroelektrik santrallerinden üretilen enerji toplamı 1970’de 3 TWh iken Ağustos

2018 itibariyle de 39 TWh olmuştur. Hidroelektrik santrallerin üretimi ile Türkiye'nin toplam tüketimi karşılaştırıldığında 1970 ile 2015 arasında ortalama %33,12 tüketim karşılama değeri bulunmaktadır. 1970 ile 2015 arasında en yüksek oran 1988 yılında oluşan %60'lık orandır ve en düşük oran ise 2014 yılında oluşan %15,8'tir(www.enerjiatlası.com). Şekil 8'de Türkiye'nin hidroelektrik santrali potansiyeli gösterilmiştir.



Şekil 5. Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyel Haritası

Kaynak: <http://gooenergy.com/projeler/hidroelektrik> Erişim Tarihi 03.12.2018

Şekil 5'te gösterilen haritada akım gözlem istasyonları en fazla Ege Bölgesi'nde en az ise İç Anadolu Bölgesi'ndedir. Taşkın alanlarının ise genel itibariyle Osmaniye ve Adana'da yoğunlaştığı gözlenmektedir.

Tablo 19'da Türkiye Teorik HES Potansiyelinin Havzalara Göre Dağılımı verilmiştir. Türkiye'nin hidroelektrik santralleri potansiyeli bakımından 26 akarsu havzasına sahiptir. Bu 26 akarsu havzasının toplam akışı yıllık $186,06 \text{ km}^3$ tür. Bu havzaların ortalama akış oranı yıllık yaklaşık $7,16'$ dir. Bu havzalardan yıllık en fazla akış alanı $31,63 \text{ km}^3$ akış ile Fırat havzasıdır. En az olanı yıllık akışı $0,49 \text{ km}^3$ ile Akarçay havzasıdır. Bu havzaların teorik hidroelektrik santrali potansiyeline bakıldığında yaklaşık olarak ortalama $16,65 \text{ GWh}$ elektrik potansiyeli vardır. Teorik hidroelektrik santralleri potansiyel bakımından en yüksek potansiyele sahip olan Fırat havzasıdır ve yıllık $84,11 \text{ GWh}$ elektrik üretmektedir. En az potansiyele sahip olan ise Akarçay havzasıdır yıllık $0,54 \text{ GWh}$ elektrik üretilmektedir. Fırat havzası

toplam potansiyelinin %19,5'ine karşılık gelerek en fazla payı alan havzamızdır. Ekonomik yönden değerlendirilebilen potansiyel, teorik potansiyelin yaklaşık olarak % 25'ine denk gelmektedir. Havzaların ekonomik olarak HES Potansiyeline bakıldığında Fırat havzasının 21,02 GWh ve Akarçay havzasının 0,135 GWh elektrik üretebileceği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin 2017 yılında 27,2 GWh hidroelektrikten elektrik enerji ürettiği bilinmektedir ve Fırat havzası tek başına bu üretimin % 77.3'ünü karşılayabilecek potansiyelindedir. Akarçay havzasında ise bu üretimin yaklaşık olarak %0,05 olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 19. Türkiye Teorik HES Potansiyelinin Havzalara Göre Dağılımı

Havzanın Adı	Ortalama Yıllık Akış (km ³ /yıl)	Havza akımı / Σ Akım Oranı (%)	Teorik HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Havza HES Potansiyeli/ Σ Potansiyel (%)
Fırat Havzası	31,61	17,0	84,11	19,5
Dicle Havzası	21,33	11,5	48,71	11,3
Doğu Karadeniz Havzası	14,90	8,0	48,48	11,2
Doğu Akdeniz Havzası	11,07	6,0	27,45	6,4
Antalya Havzası	10,06	5,4	23,08	5,3
Batı Karadeniz Havzası	9,93	5,3	17,91	4,2
Batı Akdeniz Havzası	8,93	4,8	13,60	3,2
Marmara Havzası	8,33	4,5	5,18	1,2
Seyhan Havzası	8,01	4,3	20,88	4,8
Ceyhan Havzası	7,18	3,9	22,16	5,1
Kızılırmak Havzası	6,48	3,5	19,55	4,5
Sakarya Havzası	6,40	3,4	11,34	2,6
Çoruh Havzası	6,30	3,4	22,60	5
Yeşilirmak Havzası	5,80	3,1	18,69	4,3
Susurluk Havzası	5,43	2,9	10,57	2,4
Aras Havzası	4,63	2,5	13,11	3,0
Konya Kapalı Havzası	4,52	2,4	1,22	0,3
Büyük Menderes Havzası	3,03	1,6	6,26	1,4
Van Gölü Havzası	2,39	1,3	2,60	0,6
Kuzey Ege Havzası	2,90	1,6	2,88	0,7
Gediz Havzası	1,95	1,1	3,92	0,9
Meriç- Ergene Havzası	1,33	0,7	1,00	0,2
Küçük Menderes Havzası	1,19	0,6	1,38	0,3
Asi Havzası	1,17	0,6	4,90	1,1
Burdur Göller Havzası	0,50	0,3	0,89	0,2
Akarçay Havzası	0,49	0,3	0,54	0,1
Toplam	186.06	100	432,98	100

Kaynak: Yılmaz 2018: 314

Tablo 20'deki verilere bakıldığında hidroelektrik enerjisi için 5346 sayılı kanun I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 2010 yılında 4 iken 2018 yılında yaklaşık 116 katı artarak 463 firma sayısına ulaşmıştır. 5346 sayılı kanun II sayılı

cetvelinden hidroelektrik enerjisi ilk olarak 2014 yılında yararlanmaya başlamış ve 2014 yılında firma sayısı 4 ve 2018 yılında firma sayısı 19 olmuştur. Hidroelektrik enerjisi 2010 yılındaki üretimi 90.775.118 kWh iken buna karşılık ödenen tutar ise 66.265.836 dolardır. 2018 yılında hidroelektrik üretimi 24.661.023.341,19 kWh'a ulaşmış ve buna karşılık ödeme ise 1.803.841.010 dolar olmuştur.

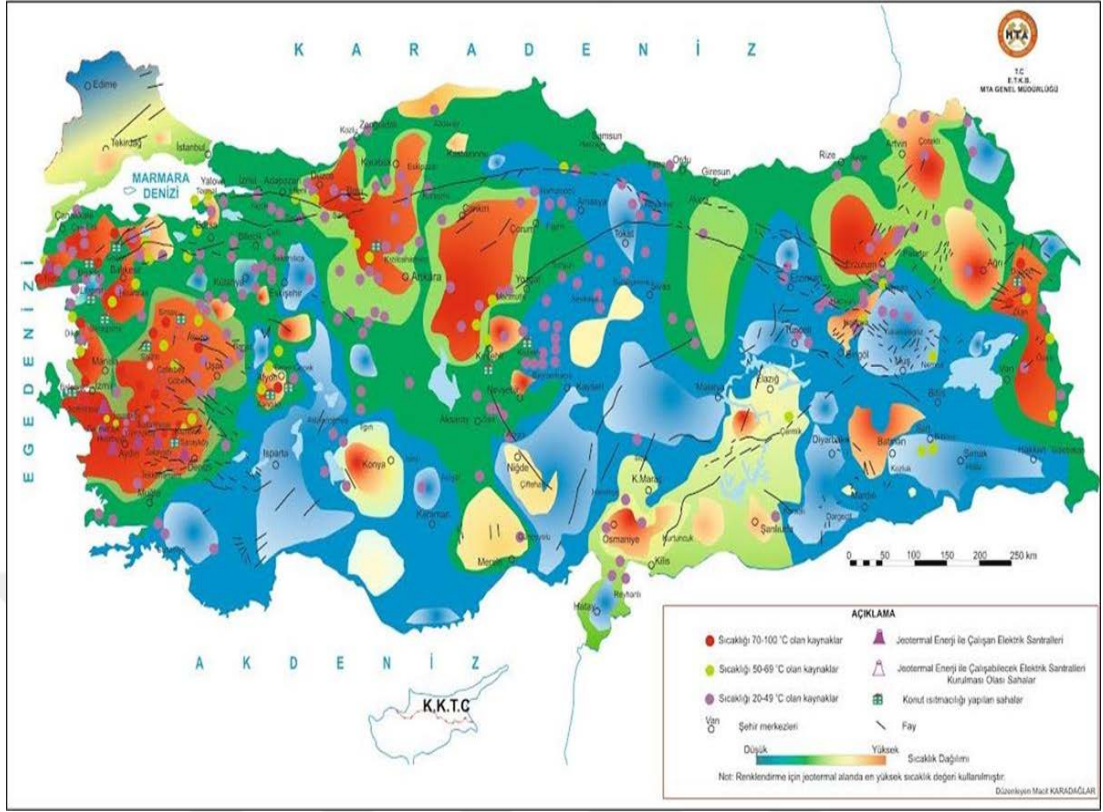
Tablo 20. Hidroelektrik enerjisi için 5346 sayılı kanunun I ve II sayılı cetvelden yararlanan toplam firma sayısı ve ödenen teşvik miktarı

	Yıllar	I sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	II sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	Üretilen Enerji (kWh)	Toplam Ödenen (Dolar)
Hidroelektrik	2010	4	0	90.775.118	66.265.836
	2011	44	0	1.498.559.042	109.394.810
	2012	14	0	1.647.778.052	120.287.797
	2013	40	0	1.040.258.929	76.198.572
	2014	126	4	3.647.103.443	266.519.103,7
	2015	388	8	12.278.334.335	897.019.114
	2016	418	12	24.940.797.754	1.821.742.368
	2017	447	15	26.880.094.391	1.964.746.176
	2018	463	19	24.661.023.341,19	1.803.841.010

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> Erişim Tarihi:03.09.2019

2.2.4. Türkiye'de Jeotermal Enerji Potansiyeli

Türkiye jeotermal enerji bakımından bulunduğu jeolojik ve coğrafi konumu itibarıyla dünyada en zengin ülkeler arasındadır. Türkiye'de 1000 adet çeşitli sıcaklıkta jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu jeotermal kaynakların 900 tanesi düşük ve orta sıcaklıktadır. Isıtma, termal turizm, mineral elde edilmesi, balık çiftlikleri v.b. işlerde kullanılmaktadır. Geriye kalan 100 adet jeotermal kaynak ise yüksek sıcaklıkta olup dolaylı yollardan elektrik enerji üretilmektedir. Bu jeotermal kaynakların bölgelere dağılımına bakıldığında %78'i Batı Anadolu'da %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve geri kalan %1'lik kısım ise diğer bölgelerde bulunmaktadır. Şekil 6'da Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli gösterilmiştir (www.enerji.gov.tr/tr).



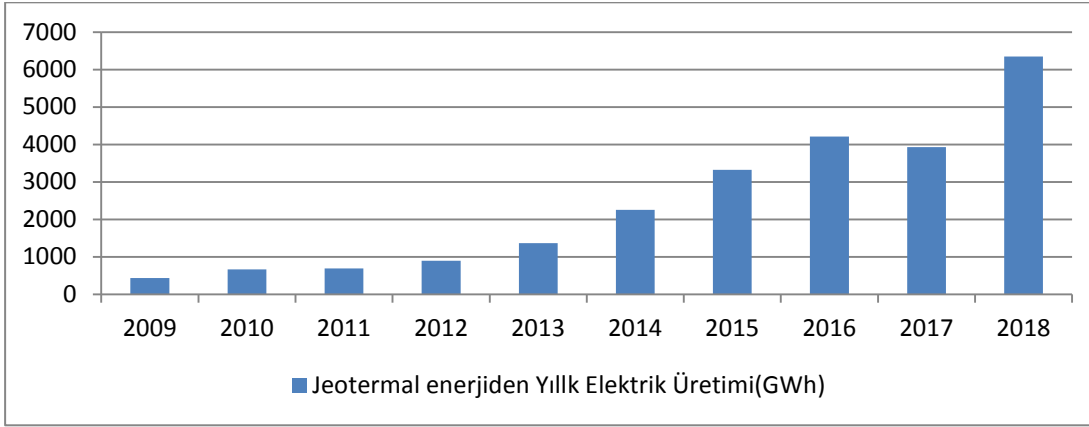
Şekil. 6. Türkiye Jeotermal Enerji Atlası

Kaynak: <http://www.mta.gov.tr> ,Erişim Tarihi: 06.12.2018

Şekil 6’da Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli gösterilen haritaya bakıldığında 70-100⁰C sıcaklığın genel olarak Ege Bölgesi’nin iç ve kıyı kesimlerinde, İç Anadolu Bölgesi’nin batısında, Doğu Anadolu Bölgesi’nin de Erzurum ve Van çevresinde yoğunlaştığı gözlenmektedir. Sıcaklığı 50-69⁰C olan kaynakların Karadeniz Bölgesinin kıyı kesimleri, Marmara Bölgesi’nin doğu kesimlerinde ve İç Anadolu Bölgesi’nin güney batısında yoğunlaştığı gözlenmektedir. Sıcaklığı 20-49⁰C olan kaynakları genel olarak Marmara, İç Anadolu ve Ege Bölgeleri’nde yoğun olarak görülmektedir.

Türkiye jeotermal enerjiyi doğrudan kullanım bakımından dünyada ilk 5 ülke arasındadır. Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli teorik olarak 31500 MW’tır. Ülkemiz jeotermal enerjiden ilk olarak elektrik üretimini 1975 yılında Maden Tetkik ve Arama (MTA) tarafından kurulan Kızıldere Santrali’dir. Bu santral 0,5 MW güce sahiptir(<http://www.mta.gov.tr>). Yıllar itibariyle jeotermal enerji yatırımları artmıştır.

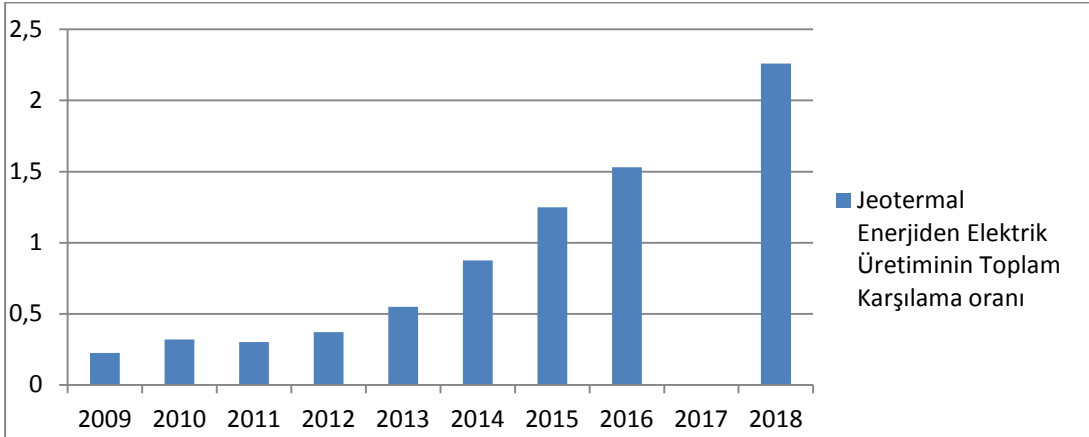
Türkiye’de 39 adet jeotermal elektrik santrali bulunmaktadır. Bunların toplam kurulu gücü 1.028,00 MW’dır. Şekil 7’de yıllık elektrik üretimi gösterilmektedir.



Şekil 7. Jeotermal Enerjiden Yıllık Elektrik Üretimi (GWh)

Kaynak: <http://www.enerjiatlası.com>. Erişim Tarihi: 06.12.2018

Şekil 8’de gösterilen Türkiye’nin yıllık jeotermal enerjiden elektrik üretimine bakıldığında 2009 yılından itibaren artış içerisine girdiği fakat 2017 yılında bir düşüş gerçekleştirdiği görülmektedir. 2009 yılında elektrik üretimi 436 GWh iken 2018’de 6348 GWh elektrik üretilmiştir. Şekil 8’de 2009-2018 yılı arasında elektrik üretiminin toplam tüketimi karşılama oranı gösterilmiştir.



Şekil 8. Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretiminin Toplam Karşılama Oranı

Kaynak: <http://www.enerjiatlası.com>. Erişim Tarihi: 06.12.2018

Şekil 8’de jeotermal enerjiden elektrik üretiminin toplam karşılama oranına bakıldığında 2009 yılında % 0,225 olan karşılama oranının 2018 yılında % 2,26’ ye yükseldiği görülmektedir. Artış sürekli olarak devam etmektedir. Türkiye’nin

jeotermal enerji potansiyeli 31500MW'tır. 2018 yılı itibariyle jeotermal enerjiden üretilen elektrik enerjisi toplam üretiminin %1,83'e eşittir.

Tablo 21. Jeotermal Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı Ve Ödenen Teşvik Miktarı

	Yıllar	I sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	II sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	Üretilen Enerji (kWh)	Toplam Ödenen (Dolar)
Jeotermal	2010	4	0	497.276.905	52.214.075
	2011	4	0	500.159.665	52.516.764
	2012	6	0	565.700.416	59.398.543
	2013	9	0	497.276.905	52.214.075
	2014	14	0	1.078.440.332	113.236.234,9
	2015	20	3	1.916.068.990	204.923.511
	2016	31	7	2.870.767.093	305.592.257
	2017	37	17	3.931.667.362	420.966.709
	2018	45	21	4.988.879.975,00	2.390.526.285

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> Erişim Tarihi:03.09.2019

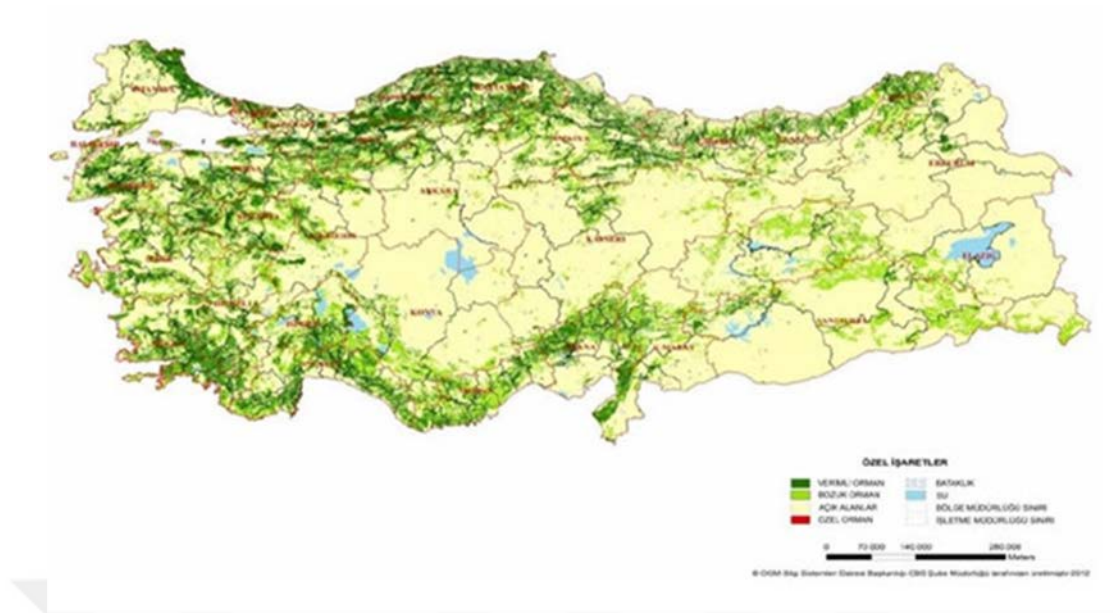
Tablo 21'e göre jeotermal enerjisi için 5346 sayılı kanun I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 2010 yılında 4 iken 2018 yılında yaklaşık 11 katı artarak 45 firma sayısına ulaşmıştır. 5346 sayılı kanun II sayılı cetvelinden jeotermal enerjisi ilk olarak 2015 yılında yararlanmaya başlamış ve 2015 yılında firma sayısı 3 ve 2018 yılında firma sayısı 21 olmuştur. Jeotermal enerjinin 2010 yılındaki üretimi 497.276.905 kWh iken buna karşılık ödenen tutar ise 52.214.075 dolardır. 2018 yılında hidroelektrik jeotermal üretimi 4.988.879.975,00 kWh'a ulaşmış ve buna karşılık ödeme ise 2.390.526.285 dolar olmuştur.

2.2.5. Türkiye'de Biokütle Enerji Potansiyeli

Türkiye biokütle enerji potansiyeli bakımından yüksek potansiyele sahiptir. Biokütle enerjisinin elde edildiği kaynaklar; tarım, orman, doğal şehir atıkları ve hayvansal atıklar gibi kaynaklardır. Türkiye tarım ülkesidir ve bunun sayesinde tarımsal atık ve ürün atıkları bol miktarda bulunmaktadır. Türkiye'de biokütle enerji potansiyeline bakıldığında ürün atıklarının 9.5 milyon ton petrol eşdeğerlik (Mtoe) ile yüksek bir potansiyeli vardır. Türkiye'de bol üretilen bitkilerin bazılarının atık miktarı tahminleri şunlardır; mısır artıkları 3.8-4.8 milyon ton, hububat bitkileri katı

atıkları 39.2-52.3 milyon ton, şeker pancarı 1.3-1.5 milyon ton ve pamuk 522-617 bin tondur. Türkiye’de katı tarımsal atıkların toplam miktarı 40-53 milyon tondur. Bu atıkların petrol eşdeğeri 50-65 milyon ton petroldür. Var olan bu potansiyel çeşitli işlemlerden geçirilerek biokütle enerjisi elde edilebilir. Biokütle enerjisinin daha verimli hale gelebilmesi için tarımsal atık potansiyelinden yararlanılmalıdır (Ertuğrul ,Güler 2014: 2).

Türkiye’nin yüz ölçümüne bakıldığında %26’sını ormanlar oluşturmaktadır. Bu da 20.199.296 hektar orman alanına eşittir. Fakat Türkiye’deki ormanların hepsi verimli değildir. Verimli olan orman alanı 8.856.457 hektardır ve bu orman alanlarının %44’üne eşittir. Geriye kalan % 56’lık orman alanlarının ise verimleri düşüktür ya da hiç verim alınmamaktadır. Türkiye’deki orman alanlarının 9.264.689 hektarı yani %47.87’si bataklık ormanıdır ve bu 6.585.196 hektar orman alanı enerji ormancılığına elverişli olduğu söylenebilir (Saracoğlu 1996:51-52). Şekil 9’da Türkiye’deki orman alanları gösterilmiştir. Buna göre Türkiye’deki orman alanları gösterilmiştir. Türkiye’nin verimli ormanları genel olarak Karadeniz ve Akdeniz Bölgelerinin kıyı kesimlerinde, Ege Bölgesi’nde geneline yayılmıştır. Türkiye’nin açık alanları ise genel olarak İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu’nun doğu tarafı ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde yaygın olarak gözlenmektedir. Bozuk Ormanlar ise İç Anadolu’nun doğu kesimleri, Doğu Anadolu’nun güney kesimleri ve Güney Doğu Anadolu’nun doğu kesimlerinde gözlenmektedir.



Şekil 9. Türkiye Orman Varlığı Haritası

Kaynak: (<http://biyoder.org.tr> Erişim Tarihi: 09.12.2018)

Tablo 22'ye bakıldığında Türkiye'de biokütlede kullanılan atıkların toplam miktarının 291.080.738 ton/yıl olduğu gözlenmektedir. Atıkların elde edildiği kaynakları miktarı ise hayvansal atıklarda 163.297.308, bitkisel atıklarda 96.451.594, kentsel katı atıklarda ise 31.331.836 olarak gözlenmektedir. Bu atıkların petrol eş değeri genel toplamı 44.228.796'dır. Kaynaklara göre dağılımı ise hayvansal atık 1.176.198 TEP/Yıl, bitkisel atık 39.877.285 TEP/Yıl, kentsel katı atık 2.315.414 TEP/Yıl ve orman atıkları 859.899 TEP/Yıl'dır. Bu da demek oluyor ki 1 tep=11,628 MW olduğundan hayvansal atıktan üretilecek elektrik enerji 13.676.830,44 MW, bitkisel atıktan 463.693.069,98 MW, kentsel katı atıktan 26.923.633,992 MW, orman atıklarından 9.998.905,572 MW'tır. Türkiye'nin toplam elektrik kurulu gücünün 88000 MW olduğu düşünüldüğünde bu atıklardan herhangi birinden üretilecek enerji Türkiye'nin kurulu gücünün en az 113 katı elektrik enerjisi üretilebileceği anlaşılmaktadır.

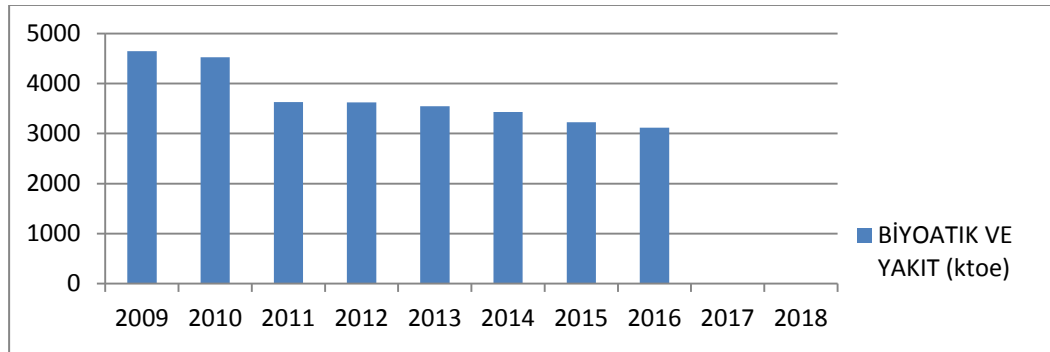
Tablo 22. Türkiye Biyokütle Enerjisi Genel Görünüm

	Atık Miktarı (ton/yıl)	Atıkların Eş Değeri (TEP/Yıl)
Hayvansal Atık	163.297.308	1.176.198
Bitkisel Atık	96.451.594	39.877.285
Kentsel Katı Atık	31.331.836	2.315.414
Orman Atık	-	859.899
Toplam	291.080.738	44.228.796

Kaynak: <http://bepa.yegm.gov.tr/> Erişim Tarihi: 09.12.2018

Türkiye biyokütle enerjisi bakımından yüksek potansiyele sahiptir. Fakat bu yüksek potansiyel karşılığında üretim azdır. Potansiyelin kullanımının az olma nedenlerini sayacak olursak: Türkiye’de enerji ormanlarına yönelik atılan adımların yetersiz olması sayılabilir (Sözen, Gündüz, Aydemir, Güngör, 2017:156)

Türkiye’nin enerji potansiyeli milyon ton eş değer petrole göre yaklaşık olarak 8.6 milyon tondur. Buna karşılık ise kurulu üretim kapasitesi 695 MW’lık elektrik enerjisi üretim gücüne sahiptir. Biyokütleden üretilebilecek gaz miktarının ise 1.5-2 MTEP olduğu tahmin edilmektedir(www.enerji.gov.tr). Türkiye’de ilk biyokütle enerji santrali Balıkesir’in Gönen İlçesi’nde 720 MW enerji üretimine başlanmıştır (www.yesilodak.com). 2018 itibariyle toplam 100 biyokütle enerji santrali vardır ve yıllık elektrik üretimi biyokütleden 2.277 GWh’dır. (www.enerjiatlasi.com).



Şekil 10. Türkiye’de Biyoatık ve Yakıt (ktoe) Üretimi

Kaynak: <https://www.iea.org> Erişim Tarihi 09.12.2018

Şekil 10’da Türkiye’de biyoatık ve yakıt (ktoe) verilerine bakıldığında 2009 yılında 4646 ktoe ile en yüksek üretimi yapmış 2016 yılında ise 3119 ktoe ile en az üretimi gerçekleştirmiştir.

Tablo 23. Biyokütle Enerjisi İçin 5346 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı ve Ödenen Teşvik Miktarı

	Yıllar	I sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	II sayılı cetvelden yararlanan Firma sayısı	Üretilen Enerji(kWh)	Toplam Ödenen (Dolar)
Biyokütle	2010	3	0	206.070.881	27.407.427
	2011	8	0	103.560.316	27.948.929
	2012	15	0	336.475.032	53.043.799
	2013	23	0	704.262.745	93.666.945
	2014	34	0	807.983.588,7	107.461.817,3
	2015	42	1	960.056.555	127.695.937
	2016	57	3	1.070.879.773	142.487.546
	2017	70	5	1.337.637.328	178.320.900
	2018	100	6	1.694.411.080,81	225.499.200,9

Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr> Erişim Tarihi:03.09.2019

Tablo 23'e göre; biyokütle enerjisi için 5346 sayılı kanun I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 2010 yılında 3 iken 2018 yılında yaklaşık 33 katı artarak 100 firma sayısına ulaşmıştır. 5346 sayılı kanun II sayılı cetvelinden biyokütle enerjisi ilk olarak 2015 yılında yararlanmaya başlamış ve 2015 yılında firma sayısı 1 ve 2018 yılında firma sayısı 6 olmuştur. Biyokütle enerjisi 2010 yılındaki üretimi 206.070.881 kWh iken buna karşılık ödenen tutar ise 27.407.427 dolardır. 2018 yılında hidroelektrik üretimi 1.694.411.080,81kWh'a ulaşmış ve buna karşılık ödeme ise 225.499.200,9 dolar olmuştur.

2.2.6. Hidrojen Enerjisi Potansiyeli

Türkiye 2003 yılında Viyana'da Birleşmiş Milletler Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi'nin (ICHET) kurulmasına ilişkin anlaşmayı Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü(UNIDO) ile imzalamıştır ve İstanbul'da tesis edilmiştir(Birleşmiş Milletler Türkiye, 2007). Bu işbirlik sayesinde Türkiye'nin ilk hidrojen enerji santrali Bozcaada'dır. Bu santral toplamda 20 evin elektriğini karşılayacak şekilde 55 Kw enerji üretmektedir. Türkiye'de hidrojen enerjisi bakımından birçok proje üzerinde çalışılmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır; Atatürk Hava Meydan Projesi, Ambarlı hidrojen santral projesi, rüzgar - hidrojen projesi, hidroelektrik - hidrojen projesi, hidrojenli ev, biokütle - hidrojen projesi,

traktör, deniz taksisi projeleri forklift ve solar-hidrojen projesi, hidrojenle çalışan otobüs projesi, bozca ada hidrojen üretim projesidir. Bu projelerin bir kısmı faaliyete geçmiştir fakat geri kalan kısmında araştırmalar halen devam etmektedir (Tutar, Eren 2011: 17-18).

Hidrojen suyun elektrolize edilmesi ile elde edilir. Türkiye hidrojen enerjisi bakımından yüksek potansiyele sahiptir. Ülkemiz Avrupa ülkeleri arasında en yüksek potansiyele sahip olan ülkedir. Bunun nedeni ise güneş, rüzgar, su enerjisi, deniz-dalga enerjisi, nükleer, jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji potansiyelinin fazla olması ve bu kaynakların elektrolize edilerek hidrojen enerjisine dönüştürülebilir olmasıdır. Türkiye hidrojen enerji potansiyeli bakımından yıllık 124.000 GWh olarak tahmin edilmektedir (www.tbmm.gov.tr).

Türkiye'nin hidrojen üssü olabilmesi için Karadeniz'in önemi çoktur. Karadeniz'in derinliklerinde kimyasal biçimde depolanmış hidrojen vardır. Burada bulunan hidrojenin tamamının ayrıştırılması sonucunda $268,823 \times 10^6$ ton hidrojen elde edilmektedir. Örneğin Karadeniz'de yaklaşık 10 milyon hanenin bulunduğu düşünülürse ve bir evin yıllık enerji ihtiyacının 3600 kWh olduğunu kabul edecek olursa sadece Karadeniz kıyısından elde edilen hidrojenle o bölgedeki hanelerin 180 yıllık enerji ihtiyacının karşılanabileceği öngörülür. Diğer bir örnekte ise hane sayısının ve ev enerji ihtiyacını da aynı kabul edersek Karadeniz Bölgesi'ndeki yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının da dahil edilmesi ile birlikte bu sefer 350 yıllık enerji ihtiyacının karşılanabileceği öngörülür. Elektrik enerjisinin 1 kWh kullanımı için 0.112 USD ödendiğini düşünülecek olursa Karadeniz'in dibinde elde edilen hidrojenin değerinin 750 milyar USD olduğu tahmin edilmektedir (Öztürk 2008: 3).

2.2.7. Türkiye' de Deniz Akımları Enerjisi

Türkiye'de deniz akımları enerjisi bakımından gel-git enerjisi yoktur. Bunun nedeni ise Türkiye'deki bulunan denizlerde enerji elde edecek gel-git kapasitesinin bulunmamasıdır. Diğer bir deniz akım enerjisi olan okyanus termal dönüşümü enerjisi için ise Türkiye'nin kıyısı olan denizlerde sıcaklık farkı olmadığından bu enerji için de potansiyeli bulunmamaktadır (Ertürk, Akkoyunlu, Varınca 2006: 38).

Türkiye dalga enerjisi bakımından 18.5TWh/yıl potansiyele sahiptir. Türkiye'nin kıyılarının uzunluğu yaklaşık 8210 km olup bu değere Marmara Denizi'nin kıyıları dahil değildir. Var olan kıyılarının tamamını kullanması mümkün değildir bunun nedeni ise kıyılarda yapılan turizm, balıkçılık, gemi trafiği ve denizaltı tatbikat alanlarının kapladığı alanlardır. Türkiye'nin dalga enerjisi için var olan kıyıların yaklaşık olarak 1642 km'sini dalga enerjisi için kullanılabilir. (Yenilenebilir Araştırma Raporu, 2013). Tablo 24'de Türkiye'deki ortalama bölgesel dalgaların yoğunlukları verilmiştir.

Tablo 24. Türkiye'deki Ortalama Bölgesel Dalgaların Yoğunlukları

Bölge	Güç(kWh/m)
Karadeniz	1.96-4.22
Marmara Denizi	0.31-0.69
Ege Denizi	2.86-8.75
Akdeniz	2.59-8.26
İzmir-Antalya	3.91-12.05

Kaynak: Sağlam ve Uyar 2003:3

Tablo 24'e göre İzmir ve Antalya arası 3,91-12,05kWh/m ile en fazla dalga yoğunluğu olan yerlerimizdendir. En az dalga yoğunluğunun olduğu Marmara Denizi ise 0,31-0,69 kWh/m'dir. Bu verilere bakılacak olursa dalga enerjisi üretimi için çalışmaların yapılacağı bölge İzmir ve Antalya arasında olması gerekir.

Türkiye'nin nüfus yoğunluğu genel olarak kıyı kesimlerinde çoktur. Enerji harcamasının da yoğun olduğu bölgeler kıyı bölgeleridir. Ülkemizin dalga enerji potansiyeli varlığını düşündüğümüzde bu bölgelere kurulacak santraller avantaj sağlayacaktır. Enerji üretimi ile tüketimi bir arada yapılarak belli maliyetlerin azalmasına neden olacaktır (Köse, Genç, Demiralp 2015:158). Şekil 11'de Türkiye'deki enerji potansiyeli harita üzerinde verilmiştir.



Şekil 11. Türkiye Toplam Dalga Enerjisi Potansiyeli

Kaynak: Köse, Genç, Demiralp 2015:158

Şekil 11’de Türkiye’deki enerji potansiyeli gösterilen haritadan da anlaşılacağı gibi dalga enerjisinin güç yoğunluğunun en az olduğu iller Bursa, Balıkesir ve Adana’dır. En fazla güç yoğunluğunun olduğu iller ise Rize, İzmir ve Antalya’dır. Türkiye’de dalga yüksekliğinin en az ve en fazla olduğu iller güç yoğunluğu en fazla ve en az olan illerle aynıdır.

Denizlerdeki akımların enerjiye dönüşebilmesi için akıntının gücünün 4 knot olması gerekir. Daha iyi bir verim alınabilmesi için ise en az 5 veya 6 knot olması istenir. Buda yaklaşık 2.57-3.08 m/s’lik akıntı hızına denk gelmektedir. Türkiye’deki denizlerde akıntı bakımından Çanakkale Boğazı’nda 2 adet akıntı bulunmaktadır. Bunlar alt akıntı ve üst akıntıdır. Üst akıntı sistemi Karadeniz’den Ege Denizi’ne doğru yol almaktadır. Alt akıntı sistemi ise Ege Deniz’inden Karadeniz’e doğru yol almaktadır. Bu farklı yöne akan akıntının birbirine yakın olarak gerçekleştiği bazı bölgelerde akıntı hızının 4-6 knot arasında değişiklik gösterdiği gözlenmektedir. Bu tarz bölgelerden fazla yoktur. Çanakkale Boğazı’nda akıntı hızı genellikle 2 knotu geçmemektedir. Geleneksel deniz akıntı yöntemleri bu akıntı hızları için kullanılamamaktadır (Yenilenebilir Araştırma Raporu, 2013).

Türkiye’nin Çanakkale Boğazı’nın yükünü azaltmak için ortaya koyduğu Kanal İstanbul Projesi bulunmaktadır. Bu proje kendi içerisinde deniz akımından enerji üretmeye yönelik bir projede bulundurmaktadır. Bu proje sayesinde Kanal İstanbul’a toplamda 14 bin türbin ile 80 adet santral yapılması planlanmaktadır. Bu

santrallerden toplamda 64 milyar kWh elektrik üretmenin mümkün olacağı öngörülmektedir. Ayrıca bu proje sayesinde Türkiye kendi tükettiği enerjiyi sadece Kanal İstanbul'a kurulan santrallerle elde edebilecektir (www.sabah.com.tr).

Görüldüğü gibi, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek ve potansiyelin kullanımı yıllar itibariyle artış göstermektedir. Bu artışın asıl sebebinin yenilenebilir enerjiye verilen devlet desteklerinin olduğu söylenebilir. Verilen destekler arasında sabit alım fiyat garantisi ve yerli ekipmanla santral kuranlara ek sabit destek verilmesi sayılabilir. Bu destekler sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından 2007 yılında 13606,8 MW üretim yapar iken 2017 yılında 38.907,9 MW üretime ulaşılmış yaklaşık 3 kat artış gösterilmiştir. Verilen destekler kapsamında devlet 2010 yılında 201.753.114 dolar ödemiş 2018 yılında 5.560.780.477,6 dolar ödemiş, yaklaşık olarak ödemelerde 27.5 kat ödemelerde artış yaşanmıştır (www.yegm.gov.tr).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİYE YÖNELİK TEŞVİKLER FİNANSAL YANSIMALARI

3.1. Amaç ve Önem

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ile seçilmiş makroekonomik göstergeler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını istatistiksel olarak ortaya koymaktadır. Çalışmanın amacı doğrultusunda Türkiye’deki toplam yenilenebilir enerji üretimi üzerinde cari denge, büyüme, net enerji ve toplam enerji üretimi değişkenlerinin etkileri araştırılmıştır.

Türkiye yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından yüksek bir potansiyele sahiptir. Fakat bu potansiyeli değerlendirememektedir. Türkiye’nin yenilenebilir enerjinin ekonomik olarak değerlendirme potansiyeli toplamda 308 GWh/yıl’dır. Bu da Türkiye’nin 2018 yılı toplam enerji üretiminden fazladır. Türkiye bu potansiyelin tamamından yararlanması sonucunda enerji ithalatında azalmalar görülecektir.

3.2. Literatür Özeti

Türkiye’de yenilenebilir enerji ve makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar çok fazla bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalarda ise veri olarak; birincil enerji kaynaklarının tüketimi, birincil enerji üretimi, GSYİH, toplam elektrik üretimi, reel GSMH, toplam istihdam, ve kişi başına düşen GSYİH, kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurt içi hasıla(GSYİH), sabit sermaye yatırımları ve yenilenebilir enerji tüketimi verilerinin kullanıldığı görülmektedir. İncelenen çalışmalarda Türkiye ekonomisinin büyümesinde, gelişmesinde ve refaha ulaşmasında CO₂ emisyonunun olduğu kadar yenilenebilir enerji tüketiminin de önemli etkisinin olduğu (Büyükyılmaz ve Mert (2015)), yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında uzun dönem için pozitif yönlü bir ilişki olduğu ve yenilenebilir enerjini tüketim payının az olmasına rağmen birincil enerji kadar büyümeye etki etmesi gibi sonuçlara ulaşılmıştır (Özşahin, Mucuk ve Gerçekler (2016)). İncelenen tüm araştırmaların sonucunda, yenilenebilir

enerjinin üretimini artmasının Türkiye'nin ekonomisini ve gelişmesini kısa ve uzun dönemde etkilediği görülmektedir.

Büyükyılmaz ve Mert (2015), kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başı gayri safi yurtiçi hâsıla arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla Türkiye'nin 1960-2010 yılları arasındaki söz konusu verileri MS-VAR Model ve MS-Granger Nedensellik Analizini kullanarak test etmiştir. Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde edilen verilerin MS-VAR Model ve MS-Granger nedensellik analizi ile incelenmesi sonucunda; Türkiye'nin ekonominin büyümesinde, gelişmesinde ve refaha ulaşmasında CO₂ emisyonunun olduğu kadar yenilenebilir enerji tüketiminin de önemli etkisi olduğu ortaya konulmuştur.

Özşahin, Mucuk ve Gerçeker (2016), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik gelişme arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla, BRICS ülkeleri ve Türkiye için 2000-2013 dönemine ait reel gayri safi yurt içi hasıla(GSYİH), sabit sermaye yatırımları, toplam iş gücü ve yenilenebilir enerji tüketimi verilerini panel veri, Pedroni, Westerlund, panel eş-bütünleşme ve panel ARDL Tahmincisi testlerini kullanarak analiz etmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi verisini OECD'den ve geri kalan veriler Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde etmişlerdir. Veriler panel veri, Pedroni, Westerlund, Panel eş-bütünleşme ve panel ARDL tahmincisi testleri ile analiz edilmiştir. Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında uzun dönem için pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Alper (2018), yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla, Türkiye' 1990-2017 yılları arasındaki kişi başına reel GSYİH, toplam sabit sermaye, işgücüne katılım oranı ve yenilenebilir enerji kullanımı verilerini Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi yardımıyla incelemiştir. Tüm değişkenleri Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan, elde etmiştir. Bulgulara göre uzun dönemde değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu ve yenilenebilir enerji kullanımındaki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi % 0.19 arttıracığı tespit edilmiştir.

Apaydın ve Taşdoğan (2019), yenilenebilir ve birincil enerji talebinin büyüme üzerindeki uzun dönem etkilerini görmek amacıyla, Türkiye'nin 1965-2017 yılları arasındaki reel GSYİH ile yenilenebilir enerji ve birincil enerji tüketimi verilerini

Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller – ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri sınanmış, Johansen eşbütünleşme ve Dolado-Lütkepohl VAR analizine dayalı nedensellik testleri ile incelemiştir. GSYİH değişkenini Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan, yenilenebilir enerji ve birincil enerji tüketimini british petroleum(BP) sitesinden elde etmişlerdir. Bulgulara göre büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Yenilenebilir enerji talebi ekonomik büyümeyi, birincil enerji talebiyle hemen hemen aynı düzeyde etkilemektedir.

Cai, Wang, Chen ve Wang (2011), yeşil ekonomi ile yeşil işler arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla Çin'in 2006-2010 yılları arasındaki yenilenebilir kaynaklardan elektrik retimi CO₂ emisyonu, doğal kaynakların tükenmesi, ekonomik büyüme (GSYH), cari ABD dolar kuru, yoksulluk, istihdam oranı verilerini parametre duyarlılık analizini kullanarak test etmiştir. Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde edilen verilerin parametre duyarlılık analizi ile incelenmesi sonucunda Çin'in 2010 yılı elektrik enerjisi üretimindeki % 1 birimlik bir artış kömür yakıtlı birimler tarafından üretilirse istihdama katkısı 420.546 kişi olacağı eğer güneş enerjisi birimleri tarafından üretilirse istihdama katkısının 5.786.723 kişi olacağı sonucuna ulaşmışlardır. Güneş enerjisindeki %1 birimlik artışın istihdamda %0,68 birimlik bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Fallahi (2011), enerji kullanımı ile gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişkiyi Amerika Birleşik Devletleri'nin 1960-2015 yılları arasındaki GSYİH ve enerji verilerini kullanarak Markov-switching vektör otoregressive (MS-VAR) testleri ile incelenmiştir. Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde edilen verilerin Markov-switching vektör otoregressive (MS-VAR) testi ile incelenmesi sonucunda, GSYİH ve enerji kullanımı. Yani, birinci rejimdeki değişkenler arasında iki yönlü granger nedenselliğinin (GC) kanıtlarını bulmuş, ikinci rejimdeki değişkenler arasında ise granger nedenselliğinin (GC) bulunmadığını tespit etmiştir.

Yi (2013), ABD büyükşehir bölgelerinde (MSA) devlet, yerel temiz enerji ve iklim politikalarının istihdam etkilerini değerlendirmektedir. Veri olarak, yeşil işler (yenilenebilir enerji üretimi), devlet temiz enerji politikaları (yenilenebilir enerji teşvikleri), nüfus, kişi başına düşen GSYİH, işsizlik oranı, kişi başına sera gazı

emisyolları, nüfus değışimi, vatandaş ideolojisi, ortalama eğitim durumu, kişi başına federal hükümet harcaması, kişi başına düşen gelir, nüfus yoğunluğunu kullanmıştır. Verileri Devlet ve Metropolitan Alan Veri Kitabı, Richard Fording'in web sitesi ve uluslararası enerji ajans'ından (EIA) sağlanmıştır. Metot olarak regresyon modeli, iki aşamalı probit en küçük kareler modeli kullanılmıştır. Bulgular, hem devlet hem de yerel temiz enerji politikalarının yeşil işler üzerinde metropol düzeyinde olumlu ve istatistiksel olarak önemli etkileri olduğunu göstermektedir. İki aşamalı probit en küçük karelerin (2SPLS) sonuçları, kabul edilen her bir ek devlet temiz enerji politikası aracının MSA'da % 1 daha fazla yeşil işle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Sahbaz, Loganathan, Zeshan ve Zaman (2015), Pakistan'da yenilenebilir enerji tüketimi ve tüketimi arasındaki ilişkiyi, 1972-2011 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYİH, ekonomik büyüme ve emek verileri otoregresif sınır testi (ARDL) ve pencere modeli kullanarak test edilmiştir. Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde edilen verilerin analizi sonucunda tüm değişkenler arasında eşbütünleşme olduğu ve yenilenebilir enerji tüketiminin, sermaye, emek ve ekonomik büyümeyi artırdığı ortaya konulmuştur.

Görüldüğü gibi yenilenebilir enerji üzerine tek bir ülkeyi kapsayan çalışma fazla bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalarda ise veri olarak; daha ziyade yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi (ERS), bağımsız değişkenler olarak da, CO₂ emisyonları, doğal kaynakların tükenmesi, ekonomik büyüme, GSYH, enerji verileri, yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYİH ve emek verilerinin kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan yöntemler olarak da çoğunlukla ekonometrik zaman serisi ve panel veri modellerinin tercih edildiği görülmektedir.

Chang, Huang ve Lee (2009), ekonomik büyüme oranlarının yenilenebilir enerji gelişimi ve enerji fiyatlarının etkilerini görmek amacıyla, OECD ülkelerinde 1997-2006 yılları arasındaki ekonomik büyüme, GSYİH, tüketici fiyat endeksi (TÜFE) ve yenilenebilir enerji arzı verilerini tek eşik tahmini ve çift eşit tahmini kullanarak analiz etmiştir. OECD Stat veritabanı'ndan elde edilen veriler kullanılarak elde edilen analiz bulguları, ekonomik büyüme oranı yüksek olan ülkelerin enerji fiyatlarındaki artışa yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırarak tepki verdiğini göstermiştir. Buna karşılık, büyüme oranının düşük olduğu ülkelerde enerji

fiyatlarındaki değişikliklere yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırarak cevap verme eğilimindedir.

Zeb, Salar, Awan, Zaman ve Sahbaz (2014), yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, karbondioksit emisyonları, doğal kaynaklarda tükenme, GSYİH ve yoksulluğun kısa ve uzun vadeli nedensellik ilişkisini görmek amacıyla Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan sağlanan elektrik üretimi yenilenebilir kaynaklar, karbondioksit emisyonları, doğal kaynakların tükenmesi (NRD), GSYİH ve yoksulluk verilerinde birim kök varlığını Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi ile analiz edilmiştir. Regresyon analizi sonucunda GSYİH ve yoksulluğun karbondioksit salınımının enerji üretimi üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, yenilenebilir enerji üretimindeki artış, karbon salımın da azalmaya yol açtığı gözlemlenmiştir.

Akay, Abdieva ve Oskonbaeva (2015), yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonları arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkeleri için 1988-2010 yılları arasında yenilenebilir enerji, iktisadi büyüme ve karbondioksit emisyonu verilerini panel vektör otoregresyon yaklaşımını kullanarak test etmiştir. ABD Enerji Enformasyon İdaresi veri kaynağından elde edilen yenilenebilir enerji verisini ve diğer verileri de Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde etmiştir. Analiz sonucunda, yenilenebilir enerjideki artışın büyümeyi artırıcı şekilde etkilediği, karbondioksit salınımı için ise azaltıcı bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir.

Bakırtaş ve Çetin (2015), kişi başına düşen gelirden yaşanan seviye artışlarının bir kişiye düşen yenilenebilir enerji miktarı tüketimini nasıl etkilediğini incelemek amacıyla G-20 ülkelerinin 1992-2010 yıllarına ait kişi başına düşen reel GSYİH (2005 ABD \$ cinsinden) , toplam yenilenebilir elektrik enerjisi tüketimi, nüfus ve kişi başına düşen yenilenebilir elektrik enerjisi tüketimi verilerini panel veri analizini kullanarak incelenmiştir. ABD Enerji Bakanlığı (EIA)'nın veri tabanından kişi başına düşen reel GSYİH ve Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde edilen panel verilerin analiz edilmesi sonucunda kişi başına reel GSYİH'da meydana gelen %1 birim olan artışın yine bir kişiye düşen yenilenebilir enerji harcamasında; REM raporuna göre %0.79, FGLS raporuna göre %0.59 ve POLS analizine göre

%0.56 oranında artışa neden olduğu belirlenmiş, öte yandan ECM raporunda incelenen grubun %33'e yakın oranında ekonomik gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çınar ve Yılmaz (2015), sürdürülemez ve CO₂ salınımı yüksek düzeyde olan yenilenemez enerji kaynaklarına alternatif olarak mevcut yenilenebilir olan enerjinin ekonomik olarak gelişmeye olan etkisini, bunun yanında bahsi geçen kaynakların kullanımı ile ilgili varolan değişkenlerin incelenmesi amacıyla gelişmekte olan ülkelerin 1990-2013 yıllarına ait verileri ele alınmıştır. Bu doğrultuda, Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde edilen, yurtiçi üretimi yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklardan enerji üretimi ve tüketimi, ABD doları cinsinden 2005 fiyatlarıyla sabit reel GSYİH'yı, reel brüt sabit sermayeyi ve iş gücü verileri panel veri analizi ile incelenmiştir. Sonuçta, yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışın büyümeyi pozitif yönde etkilediği tespit edilmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yenilenemez enerji kaynaklarına kıyasla büyümeye daha fazla olumlu etki yaptığı görülmüştür.

Apergis ve Salim (2015), enerji tüketimi ve işsizlik arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 80 ülke örneğini kullanarak 1990-2013 yılları arasındaki yenilenebilir enerji tüketimi, işsizlik, sermaye stoku, döviz kuru ve ABD devlet harcamalarına ait verileri panel, birim kök, eşbütünleşme ve doğrusal olmayan Granger nedensellik yöntemleri ile incelemiştir. Enerji tüketimi verisi iOECDlibrary'den ve diğer verilerde Datastream den elde edilmiştir. Analize göre yenilenebilir enerji tüketiminin işsizlik üzerinde olumlu etkileri olduğu gözlenmiştir.

Acaravcı ve Erdoğan (2017), yenilenebilir enerji üretimi ile gelir arasındaki uzun vadeli ilişkileri incelemek için, yenilenebilir enerji üretiminde başı çeken ilk beş ülkedeki kişi başına düşen karbon salınımı, hidro-temelli üretilen elektrik enerjisi dışında kalan yenilenebilir enerjinin bir kişiye düşen elektrik üretimi ile kişi başı reel GSYH verilerini dinamik panel yöntemiyle incelemiştir. Dünya Bankası Elektronik Veritabanı'ndan elde edilen veriler ile yürütülen analiz sonucunda tüm modeller ve parametrelerde yatay kesit bağımlılığı saptanmıştır. Ekolojik sorunlar, yenilenebilir enerji ve kişi başı reel gelir parametreleri, ekonomiler arası bir etkileşim içindedir. Tüm parametreler arasında uzun vadeli bir süreç söz konusudur. Yenilenebilir enerji

üretimi, çevre kirliliği sorunlarını çözmeye ve kişi başına düşen gelirden pozitif sonuçlar doğurur.

Bayraç ve Çildir (2017), yenilenebilir enerji politikaları perspektifinde yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının kısa ve uzun dönemde ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkelerin 2006-2015 yılları arasındaki yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başına düşen GSYİH verilerini panel veri yöntemleri ile analiz etmiştir. Sonuçta, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji ile GSYİH arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu görülmüştür. Yenilenebilir enerji kaynaklarından yaşanacak % 1 birimlik artışın GSYİH'yi kısa dönemde %0,31 birim uzun dönemde ise %0,39 birim artırdığı gözlenmiştir.

Görüldüğü gibi, yenilenebilir enerji alanında belli gruplara üye ülkelerin analizini yapan çalışmalar çok fazla olmamakla beraber tek bir ülkeyi kapsayan çalışmalara kıyasla daha fazladır. Makroekonomik değişkenler daha ziyade ekonomik büyüme ve GSYİH gibi değişkenler olurken, yenilenebilir enerjiye yönelik olarak yenilenebilir enerji arzı, karbondioksit emisyonları, enerjinin yurtiçi üretimi ve yenilenebilir enerji üretimi gibi değişkenler araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmalarda da değişkenlerin zaman serisi ve panel veri analizleriyle incelendiği görülmektedir. Araştırma bulgularında ise yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışın karbon salınımının da azalmaya neden olduğu, GSYİH, ekonomik büyüme gibi makroekonomik değişkenleri kısa ve uzun dönemlerde olumlu etki ettiği gözlenmektedir.

3.3. Veri Seti ve Yöntem

Araştırma kapsamında 1984-2018 yılları arasındaki yıllık veriler baz alınarak büyüme, cari denge, enflasyon, net enerji, toplam yenilenebilir enerji üretimi ve toplam enerji üretimi değişkenleri kullanılmıştır. Yöntem olarak ARDL Testi uygulanmıştır. Kullanılan yöntemlerin sağlamlık sınaması kapsamında, otokorelasyon sınaması için Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi, değişen varyans sınaması için Breusch-Pagan-Godfrey testi ve yapısal kırılma sınaması için CUSUM ve CUSUM of Squares test uygulanmıştır. Analizin yürütülmesinde Eviews

11 yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler ve değişken verilerinin temin edildiği yerler Tablo 25’te gösterilmektedir.

Tablo 25. Kullanılan Değişkenler Tablosu

Değişken kodları	Değişken adı	Açıklama	Kaynak
BUYUME	Ekonomik Büyüme	$\frac{GSYİH_t - GSYİH_{t-1}}{GSYİH_{t-1}}$	Dünya Bankası Veri Tabanı
CARI_DENGES	Cari denge	Cari İşlemler Hesabı + Sermaye Hesabı + Finans Hesabı + Net Hata ve Noksan + Rezerv Varlıklar	Dünya Bankası Veri Tabanı
KBGSYİH	Kişi Başı GSYİH	$\frac{GSYİH}{NUFUS}$	Dünya Bankası Veri Tabanı
ENRJX_M\$	Net enerji	Enerji ithalatı-enerji ihracatı	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Veri Tabanı
TOP_YEN_EN_URT_GWH	Toplam yenilenebilir enerji üretimi		TEİDAŞ
T_ENERJI_URT_GWH	Toplam enerji üretimi		TEİDAŞ

Ekonometrik analizde parametreler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiler çeşitli yöntemlerle analiz edilmektedir. Eşbütünleşme testleri parametreler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tetkik edilmesinde kullanılmaktadır. Engle Granger (1987) ve Johansen (1988) tarafından geliştirilen yöntemlere göre parametrelerin aynı derecede bütünleşik olduğu durumlar analiz edilmektedir. Bu eşbütünleşme testleri için önemli bir kısıt sayılır. Bu kısıt Peseran vd. (2001) tarafından yapılan çalışma ile ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmaya dayanılarak ARDL modelinde kullanılacak parametrelerin I(0) ve I(1) durağan olmasının sınır testini uygulamaya engel taşımamasıdır. ARDL modelinde kısıtsız hata düzeltme modeli kullanıldığında Engle Granger (1987) ve Johansen (1988) göre parametreler arasındaki kısa ve uzun dönemde daha güvenilir istatistik sonuçlar elde edilmektedir.(Akel, Gazel 2014:30-31)

ARDL sınır testi yaklaşımı temel olarak üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı test edilirken, eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu koşulu altında, ikinci ve üçüncü adımlarda ise kısa ve uzun dönem esneklikleri elde edilmektedir.

İlk aşamada Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn gibi bilgi kriterlerinden kullanılmaktadır. Modelin gecikme uzunluğuna belirlenirken kritik değerin en küçük olduğu değeri veren gecikme uzunluğu kabul edilir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinden sonra değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını belirten temel hipotez test edilir. Hesaplanan F istatistiği üst sınırdan yüksek ise temel hipotez reddedilir. Hesaplanan F istatistiği alt sınırdan küçük ise temel hipotez reddedilemez. Eğer kritik değer alt sınır ile üst sınırın arasında ise eşbütünleşmenin varlığı hakkında kesin bir şey söylenememektedir. Değişkenler arası eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra, ikinci adımda ARDL sınır testi yaklaşımında aynı gecikme uzunluğu ile yapılmaktadır. Uzun dönem ilişkisini incelemek için aşağıdaki denklem kullanılır:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} X_{t-i} + e_t \quad (1)$$

Üçüncü aşamada ise parametreler arasındaki kısa dönemli ilişki ARDL'ye dayalı hata düzeltme modeliyle aşağıdaki gibi modellendirilebilir:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} X_{t-i} + \beta HDT_t + \alpha_4 X_{t-1} + e_t \quad (2)$$

Model 2 de gösterilen HDT, hata düzeltme terimidir. Bu parametrenin katsayısının 0 ile -2 arasında olması istenir. Kat sayısı 0 ile -1 arasında ise uzun dönemde denge değerine yaklaştığı söylenebilir. Eğer kat sayısı -1 ile -2 arasında ise hata düzeltme sürecinde uzun dönemde dengeye ulaştığı söylenebilir. Kat sayısı 0'dan büyük -2'den küçük ise dengeden uzaklaştığı söylenebilir (Eren, Ünal 2019: 540-542).

ARDL yönteminin avantajları aşağıdaki gibidir (Nkoro, Uko 2016: 78-79)

- Temel parametrelerin her biri tek bir denklem olarak durduğundan içsellik ARDL tekniğinde daha az sorun teşkil eder. Çünkü tüm parametreler içsel kabul eder ve I(0) modelini analiz etmemizi sağlar.

- Tek bir uzun dönemli bir ilişki olduğunda ARDL yöntemi bağımlı ve açıklayıcı parametreleri ayırt eder. Yani bağımlı parametre ile dışsal parametre arasında ilişki vardır.

- ARDL yönteminin en büyük avantajı birden fazla eşbütünleşme vektörü bulundurur.

- ARDL modelinden hata düzeltme modeli(ECM) türetilebilir.

ARDL modeli aşağıdaki süreçte izlenebilir.

$$Y_t = A + \sum_{j=1}^k \alpha_j Y_{t-j} + \sum_{j=0}^k \beta_j X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Ardl modeline eklenecek gecikme birimleri, ve gecikmelerin saptanmışlıkları başta olmak üzere, Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) ve LM metotlar kullanılarak saptanmaktadır. Durağan durum – uzun dönem dengesindeki parametrelerin tüm periyotlarda aynı değeri alacağı varsayılır, başka bir deyişle $Y_t = Y_{t-1} = Y_{t-2} = \dots = Y_{t-k} = Y^*$ ve $X_t = X_{t-1} = X_{t-2} = \dots = X_{t-k} = X^*$ şekilde ele alınabilir. O nedenle Durağan durum – uzun dönem ilişkisi şöyle belirlenmiş olacaktır:

$$Y^* = \frac{\alpha}{1 - \sum_{j=1}^k \alpha_j} + \frac{\sum_{j=0}^k \beta_j}{1 - \sum_{j=1}^k \alpha_j} = \alpha^* + \beta^* X^* \quad (4)$$

Burada uzun dönem çözümünün yapılabilmesi $\sum_{j=1}^k \alpha_j < 1$ olmasına bağlıdır (Sevüktekin, Nargaleçkenler 2010: 500-501).

İktisat teorisinde model içerisinde belirlenen parametreler içsel, model dışında belirlenen parametreler ise dışsal parametredir. Fakat iktisadi ilişkilerin karmaşık olmasından dolayı parametrelerin içsel veya dışsal olduğu bilinemeyebilir. Granger(1969) ve Sims(1972) tarafından yapılan çalışmada parametreler arasında karşılıklı bir ilişki olduğu düşünülmüş ve nedensellik ilişkilerinin ele alınmıştır (Bozkurt 2013: 95).

Granger nedensellik testinin amacı modelde birden fazla sayıda bulunan parametreler arasında tek yönlü veya karşılıklı ilişkilerin olup olmadığını belirlemektir. Eğer bir ilişki var ise aşağıdaki eşitlikler yardımıyla test edilir.

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (5)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^m \theta_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (6)$$

Burada $\alpha_i, \theta_i, \beta_i, Y_i$ gecikme sayılarını, m bütün parametreler için ortak gecikme derecesini, ε_{1t} ile ε_t korelasyonsuz beyaz süreçlerini göstermektedir. Granger nedensellik testinde eşitlik 1 ve 2 de hata terimlerinde önce yer alan X ve Y parametrelerinin gecikmeli değeri β_i ile Y_i katsayılarının sifıra eşit olup olmadığı test edilerek yapılır. Hipotez çift taraflı kurulum ve nedenselliği tek taraflımı, karşılıklı mı olduğu belirlenir. Eşitlik 2'de Y_i sifırdan farklı olması durumunda %1, %5, %10 anlamlılık seviyelerinde X_t 'nin Y_t 'ye neden olduğu söylenir. X_t Y_t 'nin granger nedenidir biçiminde ifade edilir ve X_t 'den Y_t 'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılır. Eşitlik 1'de β_i sifırdan farklı olması durumunda %1, %5, %10 anlamlılık seviyelerinde Y_t 'nin X_t 'ye neden olduğu söylenir. Y_t X_t 'nin granger nedenidir biçiminde ifade edilir ve Y_t 'den X_t 'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılır. Eğer eşitlik 1 ve 2'de β_i ile Y_i sifırdan farklı olması durumunda %1, %5, %10 anlamlılık seviyelerinde X_t, Y_t 'nin; Y_t de X_t 'nin granger nedenidir biçiminde ifade edilir ve çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılır. Eşitlik 1 ve 2 de β_i ile Y_i %1, %5, %10 anlamlılık seviyelerinde anlam ifade etmemesi ve sifırdan farklı olmamaları durumunda iki parametrenin birbirinin nedeni olmadığı anlaşılır. X_t ve Y_t birbirinden bağımsızdır şeklinde ifade edilir (Uzunöz, Akçay 2012:8-9).

Bir parametrenin durağan olup olmadığını veya durağanlık derecesini belirlemede kullanılan en geçerli yöntem birim kök testidir. Parametrenin durağan olduğu ortalamasının ve varyansın durağan olması ile anlaşılır. Ortalama ve varyans ele alındığı dönemde sabit tesadüf parametrelerden oluşuyorsa bu serinin durağan olduğu anlaşılır. Durağan olmayan zaman serileri ile çalışıldığında parametreler arasındaki ilişkiyi doğru yansıtmayacaktır (Kaya Kete, Aydın 2017:374). Eğer bir seri (N) durağan değil ise durağan oluncaya kadar farkları ($\Delta = N_t - N_{t-1}$) alınır ve bu düzeyde Δ . dereceden bütünleşik olduğu söylenir. $N_t \sim I(\Delta)$ ile gösterilir (Ata, Yücel 2003:103).

Makro ekonomik zaman ve finansal zaman serilerinde birim kök kavramı ve birim kök testleri teorik ve uygulamalı araştırmalar açısından önem arz etmekte ve büyük ilgi çekmektedir.

Birim kökün saptanmasına yönelik çok sayıda metot kullanılmaktadır ve bunların sayısı giderek artmaktadır. Uygulamalarda en çok kullanılan kullanılan

testler: Dickey Fuller (DF), Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) birim kök testleridir.

Dickey ve Fuller (1979), sıfır hipotezi altında zaman serisinin meydana gelişi sürecinde Monte-Carlo simülasyon deneylerine bağlı olarak t istatistiği ile yapılan sınamanın sapmalı olması nedeniyle düzeltilmiş t tablosunu kullanmışlardır. Bu tabloya τ (tau)istatistiği yada Dickey Fuller testi denmiştir. (Sevüktekin, Nargaleçekenler 2010:313). Dickey Fuller(19799 Monte Carlo simülasyonu ile aşağıdaki üç genel model için kritik τ tablolaştırılmıştır.

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + u_t \quad (7)$$

$$\Delta y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + u_t \quad (8)$$

$$\Delta y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + m_1 t + u_t \quad (9)$$

Eşitlik 7’de rasgele gezinti, Eşitlik 8’de temayül değeri, eşitlik 9’de ise hem temayül hem de deterministik trend yer almaktadır. Bu üç’ü arasındaki fark eşitlik 9’da deterministik trendin olmasıdır (Kutlar 2005: 312).

Dickey-fuller tarafından geliştirilen birim kök testleri tüm otoregresif süreçlere uygulanır. Bilindiği gibi p inci dereceden bir otoregresif AR(p)süreci

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (10)$$

Biçiminde yazılabilir. Burada zaman serisi eşitlik 1 ile kurulması gerekirken eşitlik 2’deki gibi kurulduysa

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

Birinci dereceden otoregresif süreç modeli ise hata terimi ε_t temiz dizi olmayacaktır aksine serial kolerasyon olacaktır. Eşitlik 2’de Kolerasyonun olması Dickey Fuller testini geçersiz kılacaktır. Eşitlik 2’ye kolerasyonun ortadan kalması için $\varepsilon_t = \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + u_t$ eklenerek kolerasyon sorunu ortadan kalkar ve eşitlik 1’e eşit olur. Böyle durumda uygulanan testlere Artırılmış Dickey Fuller(ADF) birim kök testi adı verilir (Sevüktekin, Nargaleçekenler 2010: 322).

Dickey Fuller denkleminde bağımlı parametrenin gecikmeli değerinin modele eklenmesiyle ADF denklemleri bulunur. Gecikmeli değerlerin Dickey-Fuller

denklemlerine ekstra terim olarak eklenmeleri bu denklemleri genişletmektedir. ADF denklemleri Eşitlik 4, 5 ve 6'te gösterilmiştir.

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + u_t \quad (12)$$

$$\Delta y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + u_t \quad (13)$$

$$\Delta y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + m_2 t + u_t \quad (14)$$

Bu metotla kalıntılardaki otokorelasyon elenmiş olmaktadır. Birim kök testlerinde, gecikme parametresi olan p'nin ne olduğunu belirlemek için daha çok Akaike bigi kriteri (AIC) ile Schwarz bilgi kriteri (SIC) kullanılır. Bunlara ek kalıntıların otokorelasyonlu olup olmadığını belirlemek için Breusch-Godfrey veya Langrange çarpanları (LM) kullanılabilir. Seriler durağan değilse farkma alama işlemleri geçici parametrelerin etkisini yok edebilir. Bu işlemler seriler arasındaki uzun vadeli ilişki olasılığını ortadan kaldırabilir de. Eşbütünleşme analizi ile parametrelere ait seriler durağan olmasalar dahi bu serilerin durağan bir kombinasyonunun olma ihtimali ve olması durumunda bunun saptanabileceğini savunulmaktadır (Arı, Yıldız 2017: 312).

Bütün zaman serilerinde olduğu gibi ARDL testi içinde otokorelasyon önemli bir sorundur. Otokorelasyon hata teriminin birbirini izleyen değerlerinin etkilendiği durumdur (Baytar 2012-4199). Otokorelasyonun var olması durumunda en küçük kareler tahmincileri sapmasız varyans tahmincisi ise sapmalıdır. En küçük kareler tahmincilerinin tahmini tutarlı fakat etkin değildir. Otokorelasyon pozitif ise sapma negatif olur ve varyans olduğundan küçük bulunur. Bunun sonucunda t test istatistiği büyük çıkar ve R²'de yükselir. Sonuç olarak anlamsız olan bir kat sayı anlamlı olma olasılığı artar ve t ile F testine olan güvenilirlik yitirilip yanıltıcı sonuçlar verir (Yavuz, 2009:126) Bir modelde hata teriminin otokorelasyonlu olup olmadığını tespit etmek için çeşitli yöntemler bulunmuştur. Tez de Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi ile incelenmiştir.

Breusch-Godfrey LM sınaması yüksek dereceli otokorelasyonun sınanmasında kullanılan testtir. Hata terimi u_t 'nin p'ninci dereceden otoregresif bir sürece göre oluşturulduğunu var sayalım

$$u_t = P_1 u_{t-1} + P_2 u_{t-2} + \dots + P_p u_{t-p} + v_1 \quad (15)$$

Eşitlikte v_1 , ortalama sıfır, varyans sabit tam bir tesadüfi hata terimidir. Hipotezler ise

$$H_0: P_1 = P_2 = \dots = P_p = 0$$

$$H_1: P_1 \neq P_2 \neq \dots = P_p \neq 0$$

şeklinde olup 0 hipotezi otoregresif bütün sayıların aynı anda sıfıra eşit olduğunu yani derecesi ne olursa olsun otokolerasyon olmadığını ifade eder. 1 Hipotezi ise otoregresif bütün sayıların aynı anda sıfıra eşit olmadığını yani derecesi ne olursa olsun otokolerasyon var olduğunu ifade eder. Hipotezler aşağıdaki üç aşamada test edilmektedir.

1. Modelin tahmin edilerek hata terimleri e_t 'ler bulunur
2. e_t 'lerin modeldeki bütün açıklayıcı parametrelere ve endi gecikmeli değerlerine olan $e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-p}$ ek açıklayıcı parametre olarak katılmaktadır. Bu yan regresyonun R^2 değeri hesaplanır.
3. Breuch ile Godfrey büyük örneklerde $(n-p) \cdot R^2 \approx X_p^2$ olduğu gösterilmiştir.

Yani öremek sonsuza doğru giderken 2. Aşamada bulunan $R^2 \cdot (n-p)$, p serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımına uyar. R^2 değeri, belli bir anlamlılık düzeyine göre bulunan tabloda ki-kare değerinden küçük ise 0 Hipotezi kabul edilir, büyük ise 1 hipotezi kabul edilir. Bu teste geçikme uzunluğu p önceden bilinmemekte ve bazı denemelerde bulunabilmektedir (Tarı 2010:203-204).

Değişen varyans, hata terimi varyansının farklı olması durumudur. Bu durumda hata terimi varyansı artan, azalan veya hem artan hem de azalan bir dağılım göstererek değişebilmektedir. Değişen varyans dikkate alınmadığı analizin sonucunda ise sapma söz konusu olabilmektedir. Değişen varyans problemini saptamada kullanılan birkaç istatistik test bulunmaktadır. Tezde kullandığımız Breusch-Pagan-Godfrey testine yer vereceğiz (Topaloğlu, Turaboğlu, 2019:796).

Breusch-Pagan-Godfrey Testi değişen varyansın sınanmasında kullanılan testlerdendir. Breusch-Pagan-Godfrey testi için k değişkenli regresyon denklemini ele alalım;

$$Y = \alpha + \beta_0 X_1 + \beta_1 X_2 + \beta_2 X_3 + \dots + \beta_k X_k + v_i \quad (16)$$

1. Model 1 tahmin edilir ve Hata terimleri ile maksimum olasılık tahmin edicisi elde edilir.

$$s_i^2 = \frac{v_i^2}{n} \quad (17)$$

2. Diğer aşamada P_i gibi bir değişken belirlenir.

$$P_i = \frac{v_i^2}{s_i^2} \quad (18)$$

3. P_i , M ile regrese edilir.

$$P_i = f(M) \quad (19)$$

$$P_i = \alpha + \alpha_2 M_{1i} + \alpha_3 M_{2i} + \alpha_4 M_{3i} + v_i$$

4. Hipotezimiz kurulur.

$$H_0 = \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 0$$

H_A = En az biri sıfırdan farklıdır.

$$F = \left(\frac{1}{2}\right) AKT$$

$$F \sim X_{m-1}^2$$

$$AKT = \sum y^2$$

m, P_i 'deki parametre sayısı

5. H_0 hipotezi kabul edilirse parametreler anlamsızdır. Değişen varyans yoktur (Yaz 2013:14)

Araştırma yapılan dönemler içinde parametrelerin değerlerinde, politika değişiklikleri, felaketler, kuraklıklar, ekonomik krizler veya savaş gibi durumlarda artış veya azalma olduğu için kırılmalar yaşanabilir. Bu kırılmalar regresyon doğrusunun eğimini değiştirirler. Bu kırılmaların değerleri dikkate alınmaması durumunda sapmalar meydana gelebilir ve sonuçlar güvenilmez olur (Zeybek 2002:6). Bu tezde, parametrelere ilişkin yapısal kırılmanın varlığı araştırılmak üzere, geri dönüşlü artıkların karelerini kullanarak bu sistemdeki parametrelere ilişkin yapısal kırılmayı araştıran CUSUM ve CUSUM Q (Brown vd 1975) grafikleri kullanılmıştır.

CUSUM testi, yapısal kırılmanın araştırılması için önsel bilgiye gereksinim duymaması ve EKK tahmincileri yerine ardışık artıkları kullanmasından ötürü güvenilir bir testtir. CUSUM testi ardışık hataların % 5 anlamlılık düzeyine dayanmaktadır. Ardışık hataların %5 anlamlılık düzeyine denk gelen alt ve üst güven sınırlarının içinde ise yapısal kırılmanın olmadığı sonucuna ulaşılır. Yapısal kırılma varsa, kırılmanın etkileri göz önünde bulundurulmadan yapılacak tahminler sapmalı ve tutarsız olacaktır. Tutarsızlığın giderilmesi için yapısal kırılmaların katsayılar üzerindeki etkileri deneysel parametreler kullanılarak giderilmesi gerekecektir. (Pehlivan, Bingöl, Özbay 2017: 25)

Ardışık hata kareleri ile hesaplanan CUSUM SQ testi ile, belli bir güven aralığında modelin hatalarının grafiği çizilerek güven sınırları saptanır. Güven sınırları dışına çıkılması durumunda yapısal değişiklik olduğu; çıkılmadığında ise yapısal değişiklik olmadığı şeklinde yorumlanır. Cusum Square testi ile yapısal kırılmanın periyodu da tespit edilir. CUSUM sonuçları CUSUM testine göre daha hassas bir test olan ardışık artıkların kareleri ile hareket eden CUSUM SQ testi ile kontrolden geçirilmelidir (Emeç 2013 39-41).

3.4. Analiz Bulguları

ARDL yöntemi yapabilmek için uygulanan Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi ile incelenmiştir. Analizde kullanılacak değişkenler Tablo 26'da verilmektedir.

Tablo 26. ADF Birim Kök Testlerinin Sonuçları

Değişken	Düzye	SABİTLİ		SABİTLİ-TRENDLİ		SABİTİ VE TRENDİ OLMAYAN				
		Test İstatistiği	Kritik Değer	Test İstatistiği	Kritik Değer	Test İstatistiği	Kritik Değer			
Büyüme	I(0)	-6.789673	%1	-3.615588	-6.689421	%1	-4.219126	-1.910931	%1	-2.628961
			%5	-2.941145		%5	-3.533083		%5	-1.950117
			%10	-2.609066		%10	-3.198312		%10	-1.611339
Cari denge	I(1)	-7.839868	%1	-3.621023	-7.710700	%1	-4.226815	-7.903955	%1	-2.628961
			%5	-2.943427		%5	-3.536601		%5	-1.950517
			%10	-2.610263		%10	-3.200320		%10	-1.611339
Enflasyon	I(1)	-8.613605	%1	-3.639407	-8.499596	%1	-4.252879	-8.718785	%1	-2.634731
			%5	-2.951125		%5	-3.548490		%5	-1.951000
			%10	-2.614300		%10	-3.207094		%10	-1.610907
Net enerji	I(0)	-4.223140	%1	-3.670170	-4.845654	%1	-4.296729	0.021074	%1	-2.627238
			%5	-2.963972		%5	-3.568379		%5	-1.949856
			%10	-2.621007		%10	-3.218382		%10	-1.611469
Toplam enerji üretimi	I(1)	-4.608227	%1	-3.621023	-6.262287	%1	-4.234972	-2.316963	%1	-2.628961
			%5	-2.943427		%5	-3.540328		%5	-1.950117
			%10	-2.610263		%10	-3.204245		%10	-1.611339
Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimi	I(1)	-7.757766	%1	-3.621023	-7.928783	%1	-4.226815	-7.199962	%1	-2.628961
			%5	-2.943427		%5	-3.536601		%5	-1.950117
			%10	-2.610263		%10	-3.200320		%10	-1.611339
Kişi başı GSYİH	I(1)	-5.489123	%1	-3.621023	-5.389646	%1	-4.226815	-5.205628	%1	-2.628961
			%5	-2.943427		%5	-3.536601		%5	-1.950117
			%10	-2.610263		%10	-3.200320		%10	-1.611339

Tablo 26 tezde kullanılacak verilerin durağan olduğu seviyelerin tespit edildiği ADF Birim kök testi sonuçlarını göstermektedir. Kullanılacak verilerden cari denge verisi, enflasyon, kişi başı GSYİH, toplam enerji üretimi ve toplam yenilenebilir enerji üretimi I(1)'de durağan iken diğer büyüme ve net enerji I(0)'da durağandır. Bu aşamada ARDL sınır testi uygulanabilmesi için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen test Tablo 27'de gösterilmektedir. Buna göre uygun gecikme uzunluğu 3'tür

Tablo 27. Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2704.592	NA	9.43e+64	169.4745	169.7952	169.5808
1	-2609.012	143.3711	5.53e+63	166.5632	169.1283	167.4135
2	-2547.863	64.97083	4.19e+63	165.8039	170.6134	167.3981
3	-2408.054	87.38012*	7.28e+61*	160.1284*	167.1823*	162.4666*

* Kriter tarafından seçilen gecikme uzunluğunu göstermektedir

Analizde kullanılan değişkenlerin tespit edilmesi için kullanılan granger nedensellik testi sonuçları tablo 28’de gösterilmiştir.

Tablo 28. Granger Nedensellik Sınaması Sonuçları

Sıfır Hipotezleri:	Test İstatistiği	Anlamlılık	Karar
Cari Denge’deki değişim, Büyüme ‘deki değişimin granger nedeni değildir.	4.482603	0.2138	Reddedilemez
Enflasyon’daki değişim, Büyüme’deki değişimin granger nedeni değildir.	0.348831	0.9506	Reddedilemez
Net Enerji’deki değişim, Büyüme’deki değişimin granger nedeni değildir.	1.309384	0.7269	Reddedilemez
Kişi başı GSYİH’daki değişim, Büyüme’deki değişimin granger nedeni değildir.	2.382902	0.4968	Reddedilemez
Toplam Enerji Üretimin’deki değişim, Büyüme’deki değişimin granger nedeni değildir.	9.920924	0.0193**	Ret
Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin’deki değişim, Büyüme’deki değişimin granger nedeni değildir.	2.841801	0.4167	Reddedilemez
Büyüme’deki değişim, Cari Denge’deki değişimin granger nedeni değildir.	11.03214	0.0116**	Ret
Enflasyon’daki değişim, Cari Denge’deki değişimin granger nedeni değildir.	0.965874	0.8095	Reddedilemez
Net Enerji’deki değişim, Cari Denge’deki değişimin granger nedeni değildir.	6.857991	0.0766***	Ret
Kişi başı GSYİH’daki değişim, Cari denge’deki değişimin granger nedeni değildir.	3.729172	0.2922	Reddedilemez
Toplam Enerji’deki değişim, Cari Denge’deki değişimin granger nedeni değildir.	12.53279	0.0058*	Ret
Toplam Yenilenebilir Enerji’deki değişim, Cari Denge de ki değişimin granger nedeni değildir.	3.542014	0.3154	Reddedilemez
Büyüme ’deki değişim, Enflasyon ’daki değişimin granger nedeni değildir.	8.658200	0.0342**	Ret
Cari Denge’deki değişim, Enflasyon’ daki değişimin granger nedeni değildir.	1.500860	0.6821	Reddedilemez
Net Enerji’deki değişim, Enflasyon’ daki değişimin granger nedeni değildir.	1.025890	0.7950	Reddedilemez
Kişi başı GSYİH’daki değişim, Enflasyon’daki değişimin granger nedeni değildir.	3.633633	0.3038	Reddedilemez
Toplam Enerji Üretimin’deki değişim, Enflasyon’daki değişimin granger nedeni değildir.	3.163580	0.3671	Reddedilemez
Toplam Yenilenebilir Enerji üretimin’deki değişim, Enflasyon’ daki değişimin granger nedeni değildir.	0.456177	0.9284	Reddedilemez
Büyüme’deki değişim, Net Enerji’deki değişimin granger nedeni değildir.	7.020341	0.0713***	Ret

Tablo 28. Granger Nedensellik Sınaması Sonuçları(Devam)

Sıfır Hipotezleri:	Test İstatistiği	Anlamlılık	Karar
Cari Denge'deki değişim, Net Enerji'deki değişimin granger nedeni değildir.	13.58729	0.0035*	Ret
Enflasyon 'daki değişim, Net Enerji'deki değişimin granger nedeni değildir.	1.778234	0.6197	Reddedilemez
Kişi başı GSYİH'daki değişim, Net enerji'deki değişimin granger nedeni değildir.	1.115330	0.7734	Reddedilemez
Toplam Enerji Üretimin'deki değişim, Net Enerji'deki değişimin granger nedeni değildir.	12.97529	0.0047*	Ret
Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişim, Net Enerji'deki değişimin granger nedeni değildir.	0.777192	0.8549	Reddedilemez
Büyüme'deki değişim, Kişi başı GSYİH'daki değişimin granger nedeni değildir.	2.841995	0.4166	Reddedilemez
Cari Denge'deki değişim, Kişi başı GSYİH'daki değişimin granger nedeni değildir.	0.887357	0.8285	Reddedilemez
Enflasyon 'daki değişim, Kişi başı GSYİH'daki değişimin granger nedeni değildir.	1.905101	0.5923	Reddedilemez
Net enerji'deki değişim Kişi başı GSYİH'daki değişimin granger nedeni değildir.	7.240625	0.0646***	Ret
Toplam Enerji Üretimin'deki değişim, Kişi başı GSYİH'daki değişimin granger nedeni değildir.	7.318563	0.0624***	Ret
Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişim, Kişi başı GSYİH'daki değişimin granger nedeni değildir.	1.962317	0.5803	Reddedilemez
Büyüme'deki değişim, Toplam Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	1.291615	0.7311	Reddedilemez
Cari Denge'deki değişim, Toplam Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	2.847972	0.4157	Reddedilemez
Enflasyon'daki değişim, Toplam Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	0.754828	0.8602	Reddedilemez
Net Enerji'deki değişim, Toplam Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	4.243059	0.2364	Reddedilemez
Kişi başı GSYİH'daki değişim, Toplam Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	2.930581	0.4025	Reddedilemez
Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişim, Toplam Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	0.828636	0.8426	Reddedilemez
Büyüme'deki değişim, Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	8.130979	0.0434**	Ret
Cari Denge'deki değişim, Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	16.19994	0.0010*	Ret
Enflasyon'daki değişim, Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	3.078943	0.3796	Reddedilemez
Net Enerji'deki değişim, Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	7.220619	0.0652***	Ret
Kişi başı GSYİH'daki değişim, Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	4.301877	0.2307	Reddedilemez
Toplam Enerji üretimin'deki değişim, Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimin'deki değişimin granger nedeni değildir.	13.66469	0.0034*	Ret

* , ** ve *** sırasıyla ;% 1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 28'de granger nedensellik sınanması sonuçları incelenmiştir. Granger nedensellik sonuçlarına göre; net enerji ile cari denge arasında çift yönlü granger nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Toplam enerji üretimi değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi, kişi başı GSYİH, net enerji, büyüme ve cari denge

değişkenlerine doğru, büyüme değişkeninden toplam yenilenebilir enerji, net enerji ve enflasyon değişkenlerine doğru, net enerji değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başı GSYİH'la değişkenlerine doğru, cari denge değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri bulunmaktadır.

Granger Nedensellik Testi bulgularından hareketle, büyüme, cari denge, net enerji ve toplam enerji üretimi değişkenlerinin toplam yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisini incelemek ve seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini araştırmak üzere yürütülen sınır testi için hesaplanan F değerleri ve Peseran ve diğ. (2001) tarafından belirlenen kritik değerler Tablo 29'da gösterilmektedir. F testi için üç durum vardır. İlk durumda F istatistiği alt sınırdan küçük ise $H(0)$ reddedilmeyecek ve eşbütünleşme olmadığına karar verilecektir. İkinci durumda ise F istatistiği üst sınırdan büyük ise $H(0)$ uzun dönemli ilişkinin olmadığını ifade eden hipotez reddedilecektir. Son durumda ise F istatistiği alt sınır ile üst sınır arasında kalırsa eşbütünleşmenin olup olmadığına dair bir yorum yapılamayacaktır. (Gazel, Akel 2014:31)

Tablo 29. Sınır Testi Bulguları

Test istatistiği	Değer	Anlamlılık	Alt	Üst
Asymptotic:n=1000				
F istatistiği	4.056756	10%	2.45	3.52
		5%	2.86	4.01
		2.5%	3.25	4.49
		1%	3.74	5.06

Tablo 29'daki F istatistiği (4.056756) %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerden büyük olduğu için ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu söylenebilir.

Tablo 30. Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimine İlişkin ARDL Sonuçları

Değişken	Katsayı	Stand. Sap-	t-istatistiği	Anlamlılık
Büyüme(-2)	-846.0443	451.6706	-1.873145	0.0807***
D(Cari denge(-1))	1.33E-06	5.80E-07	2.287869	0.0371**
Net enerji(-1)	-1.48E-06	7.50E-07	-1.971638	0.0674***
D(Toplam enerji üretimi(-3))	-1.582408	0.803449	-1.969520	0.0676***
C	2056.443	4865.390	0.422668	0.6785
R^2	0.789910	Akaike bilgi kriteri		20.48141
Ayarlanmış R^2	0.523796	Schwarz kriteri		21.37018
F-istatistiği	2.968317	Hannan-Quinn kriteri		20.78821
Anlamlılık(F-istatistiği)	0.018572	Durbin-Watson istatistiği		1.785324
* , ** ve *** sırasıyla ;% 1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılık değerlerini				

Tablo 30'daki bulgulara göre büyüme, net enerji ve toplam enerji üretiminin toplam yenilenebilir enerji üretimini negatif etkilemiştir. Cari denge ise toplam yenilenebilir enerji üretimi pozitif etkilemiştir.

Tablo 31. Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimine İlişkin Uzun Dönem ARDL

(3.3.3.3) Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Stand. Sapma	t-istatistiği	Anlamlılık
C	2056.443	4865.390	0.422668	0.6785***
D(Toplam yenilenebilir enerji üretimi(-1))	-1.450100	0.435828	-3327226	0.0046**
D(Cari denge (-1))	2.35E-06	1.23E-06	1.913903	0.0749***
Net enerji (-1)	-271E-07	1.32E-07	-2.048400	0.0584***
D(Toplam enerji üretimi(-2)2)	1.582408	0.803449	1.966520	0.0676***
*p değeri t-Sınır dağılımıyla uyumlu değildir				
* , ** ve *** sırasıyla ;% 1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılık değerlerini				
Düzyen Denklemi - Case 3: Sınırlı Sabit ve Trendsiz				
Değişken	Katsayı	Standart Sapma	t-istatistiği	Anlamlılık
Büyüme	-124.9518	654.4615	-0.190923	0.8511
D(Cari denge)	1.62E-06	9.88E-07	1.638455	0.1221
Net enerji	1.87E-07	9.60E-08	-1.944873	0.0708
D(Toplam yenilenebilir enerji üretimi)	-0.235680	0.481601	-0.489369	0.6317
C	-3906.334	3849.132	-1.014861	0.3320
EC = D(Toplam yenilenebilir enerji üretimi) - (-124.9518*BUYUME +0.0000 * D(Cari denge)-0.0000* Net enerji - 0.2357*D(Toplam enerji üretimi -0.235680)				

Tablo 31'deki bulgulara göre tüm değişkenlerin toplam yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisi gözlenmektedir. Toplam yenilenebilir enerji üretimi ve net enerji, toplam yenilenebilir enerji üretimini negatif etkilemiştir. Cari denge ve toplam enerji üretimi, toplam yenilenebilir enerji üretimini pozitif etkilemiştir.

Tablo 32. Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimine İlişkin Kısa Dönem ARDL
(3.3.3.3.3) Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Stand.	t-	Anlamlılık
C	2056.443	1001.370	2.053631	0.0579***
D(Büyüme(-1))	841.4677	314.1972	2.678151	0.0172**
D(Cari denge(-1)2)	-9.90E-07	3.17E-07	-3.126023	0.0069*
D(Net enerji (-1))	-1.51E-06	4.90E-07	-3.080497	0.0076*
D(Toplam enerji üretimi(-1)2)	0.947318	0.453635	2.088283	0.0542***
D(Toplam enerji üretimi(-2)2)	1.582408	0.562033	2.815510	0.0130**
C(-1) *	-1.450100	0.286083	-5.068805	0.0001*
R^2	0.917465	Akaike bilgi kriteri		20.25284
Ayarlanmış R^2	0.852306	Schwarz kriteri		20.96386
Durbin-Watson istatistiği	1.785324	Hannan-Quinn kriteri		20.49828
*, ** ve *** sırasıyla ;% 1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılık değerlerini göstermektedir.				

Kısa dönem ARDL ilişkileri de hata düzeltme modeli ile incelenmiştir. Kısa dönem de Toplam yenilenebilir enerji üretimini büyüme ve toplam enerji üretimi pozitif etkilemiştir. Cari denge ve net enerji ise kısa dönemde toplam yenilenebilir enerji üretimini negatif etkilemiştir. Kısa dönem ARDL ilişkileri de hata düzeltme modeli ile incelenmiştir. Hata düzeltme terimi (cointeq(-1): -1.450100) beklendiği gibi anlamlı ve negatif olarak gerçekleşmiştir. Bu terim, uzun dönem dengeden sapmaların 0,7 çeyrek dönemde (yaklaşık 2.1 ay) tekrar dengeye geldiğini göstermektedir. Ayrıca modelle ilgili tanısal istatistikler de kurulan modelin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 33'da tezde kullanılan değişkenlerle ilgili otokorelasyon, değişen varyans, yapısal değişim sınamaları gösterilmiştir. Buna göre; verilere göre değişkenler arasında yapısal değişim, otokorelasyon ve değişen varyans sorunu bulunmamaktadır.

Tablo 33. Sınır Testi için Otokorelasyon, Değişen Varyans, Yapısal Değişim Sınamaları

Otokorelasyon	Breusch-Godfrey Serial Corr. LM Testi			
	F istatistiği	0.907368	Anlamlılık F(1,10)	0.4277
	Obs.*R ²	4.287335	Anlamlılık.Ki-kare(1)	0.1172
Değişen Varyans	Breusch-Pagan-Godfrey Heterosk.. Testi			
	F istatistiği	0.466211	Anlamlılık. F(22,11)	0.9410
	Obs.*R ²	12.99480	Anlamlılık. Ki-kare(22)	0.8388
	Slaced explained ss	1.314194	Anlamlılık. Ki-kare(22)	1.0000
CUSUM				
CUSUM-Q				



SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenebilir enerji kaynakları hem yerli ürün olması hem de kullandıkça bitmeyen kaynak olmasından dolayı Türkiye’de ve Dünya’da her geçen gün önem kazanmaktadır. Türkiye yenilenebilir enerji bakımından yüksek potansiyele sahiptir. Türkiye için yenilenebilir enerji potansiyelinden yararlanmak enerjide dışa bağımlılığın ve çevreye verilen zararın azalmasına neden olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ile seçilmiş makroekonomik göstergeler etkileşim ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi ile analiz edilmektedir. Analiz dönemi olarak 1984-2018 yılları seçilmiştir. Veriler, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası veritabanı, Dünya Merkez Bankası veritabanı ve Türkiye elektrik dağıtım anonim şirketinden elde edilmiştir.

Granger nedensellik sonuçlarına göre; net enerji ile cari denge arasında çift yönlü granger nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Toplam enerji üretimi değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi, kişi başı GSYİH, net enerji, büyüme ve cari denge değişkenlerine doğru, büyüme değişkeninden toplam yenilenebilir enerji, net enerji ve enflasyon değişkenlerine doğru, net enerji değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başı GSYİH’la değişkenlerine doğru, cari denge değişkeninden toplam yenilenebilir enerji üretimi değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkileri bulunmaktadır.

ARDL test; sonuçlarına göre uzun dönemde seçilmiş makroekonomik değişkenlerin toplam yenilenebilir enerji üzerinde anlamlı etkiler bulunmaktadır. Kısa dönem ARDL ilişkileri de hata düzeltme modeli ile incelenmiştir. Kısa dönemde toplam yenilenebilir enerji üretimini büyüme ve toplam enerji üretimi pozitif etkilemektedir. Cari denge ve net enerji ise kısa dönemde toplam yenilenebilir enerji üretimini negatif etkilemektedir. Uzun dönem ARDL sonucuna göre, toplam yenilenebilir enerji üretimi ve net enerji toplam yenilenebilir enerji üretimini negatif etkilemektedir. Cari denge ve toplam enerji üretimi ise toplam yenilenebilir enerji üretimini pozitif etkilemektedir.

Literatür incelendiğinde Chang, Huang ve Lee(2009), Bakırtaş ve Çetin (2015), Akay, Abdieva ve Oskonbaeva (2015), Sahbaz, Loganathan, Zeshan ve

Zaman (2015), Büyükyılmaz ve Mert (2015), Özşahin, Mucuk ve Gerçeker (2016), Bayraç ve Çildir (2017), Alper(2018), Apaydın ve Taşdoğan (2019) çalışmalarında benzer bulgular elde edilmiştir. Çalışma sonucuna göre; büyüme, cari denge toplam enerji üretimi ve net enerjiden toplam yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Cari denge, büyüme net enerji ve toplam enerji üretimi değişkenlerinin toplam yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisinin yani dört değişkenin aynı anda etkisinin olup olmadığı ilk defa bu çalışmada uygulanmış olup literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Yenilenebilir enerji üretiminin artırılmasına yönelik çalışmalarda genelde devlet teşviki verilerek özel firmaların üretim yapması beklenmektedir. Toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerji üretiminin payının artırılması için sadece özel şirketlerin yaptığı yatırımlar ile yenilenebilir enerji üretiminin istenilen sonuca ulaşılması zaman alacaktır. Dolayısıyla, kamu kurum ve kuruluşlarının kendi enerji ihtiyaçlarının belli bir kısmının yenilenebilir enerji kaynaklarından üretmesi gibi bir zorunluluk getirilebilir. Sokak lambaları, trafik ikaz ışıkları gibi cihazların yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji ile çalışmasının sağlanmasının olumlu etkileri olabilir. Yeni yapılan inşaatlarda otoparkın zorunlu olduğu gibi binaların enerji ihtiyacının belli bir kısmının çatılarına kurulacak yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmesi zorunlu hale getirilebilir. Ayrıca, hane halkının kendi enerji ihtiyacını karşılamak için kuracağı şebekeye bağlı yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjilere kolaylık sağlanması da faydalı olacaktır. Belediye ve üniversitelerin öncülüğünde yenilenebilir enerji kooperatifleri kurulması sağlanmalı, kurulacak kooperatiflere gerekli destek verilmelidir. Üniversitelerde yenilenebilir enerji üretimine yönelik bölümler kurulmalı ve sektördeki nitelikli eleman ihtiyacı giderilmelidir. Yenilenebilir enerji üretiminde kullanılan makine ve cihazların tamamen yerli olarak üretilmesi sağlanmalı ve ithal edilen makine ve cihazların kullanılmasını zorlaştırıcı yasa getirilebilir. Sadece yenilenebilir enerji üretimine yönelik yatırımlara değil depolanmasına yönelik yapılacak yatırımlar ve çalışmalara da devlet destek ve teşvik vermelidir.

KAYNAKÇA

- Acaravcı Ali ve Erdoğan Sinan (2017). Yenilenebilir Enerji, Çevre ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Ülkeler için Ampirik Bir Analiz, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, C. 13, S. 1, 2017,ss 53-64.
- Akay Çağlayan Ebru, Abdiva Raziiakhan ve Oskonbeva Zamira (2015).*Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği*, International Conference On Eurasian Economies, 628-636
- Akel Veli ve Gazel Sümeyra (2014). Döviz kurları ile BIST sanayi endeksi arasındaki Eş Bütünleşme ilişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 44, 23-41
- Aksoy, Abdulkadir (2016). Geleneksel Devletten Modern Devlete: Sanayi Devrimi ve Kamu Yönetimi Düşüncesinde Değişim, *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi*, 2.3.16, 31-37
- Apaydın Şükrü ve Taşdoğan Celal (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Ve Birincil Enerji Talebinin Büyüme Üzerindeki Uzun Dönem Etkileri, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54/1 s.s 431 – 445
- Apergis Nicholas ve Salim Ruhul (2015). *Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve İşsizlik: 80 Ülkeden ve Doğrusal Olmayan Tahminlerden Bir Kanıt*, Applied Economics.
- Arı Erhan ve Yıldız Ayşegül (2017). Eşbütünleşme Analizi İle Genç İşsizliği Etkileyen Değişkenlerin Araştırılması, *Alfanümerik Dergisi*, Sayı 5.2, Aralık s.s 309-316
- Ata Yılmaz Ahmet ve Yücel Fatih (2003). Eş-Bütünleşme ve Nedensellik Testleri Altında İkiz Açıklar Hipotezi: Türkiye Uygulaması, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, sayı:12, 97-109
- Ayder, Erkan (2015). *Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santraller*, Teknik Rapor. 1-22
- Aydın, Fatma Fehime (2010). “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. Sayı. 35. 317-340

- Bahar, Ozan (2005). Türkiye’de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme, *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi*. Sayı.16. 2005: 35-59.
- Bakırtaş İbrahim ve Çetin Mümin Atalay (2015). *Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri, Sosyoekonomi*, sayı. 24 (28), ss 131-145
- Bayraç Naci ve Çildir Melih (2017). AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17 Özel Sayısı s.s 201-212
- Bayraç Naci, Çelikay Ferdi ve Çildir Melih (2018). *Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Enerji Politikaları*, Ekin Yayınevi, Bursa.
- Baytar Atabay, Rana (2012). Türkiye ve Bric Ülkeleri Arasındaki Ticaret Hacminin Belirleyicileri: Panel Çekim Modeli Analizi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Sayı: 21 Bahar 2012/1 s.403-424
- Berkün Mehmet, Aras Egemen ve Tuğçe Koç (2008). *Barajların ve Hidroelektrik Santrallerinin Nehir Ekolojisi Üzerinde Oluşturduğu Etkiler*, Türkiye Mühendislik Haberleri. Sayı.452 41-48
- Bob Everett, Godfrey Boyle, Stephen Peake ve Janet Ramage (2012.) *Energy Systems and Sustainability Power For a Sustainable Future*, 2bs., ed. Oxford University Press, p.1.
- Bozkurt, Hilal (2013). *Zaman Serileri Analizi*, Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Büyükyılmaz Ayça ve Mert Mehmet (2015). *CO₂ Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MS Var Yaklaşımı İle Modellenmesi: Türkiye Örneği*, Zeitschrift Für Die Welt Der Türken, Sayı 7. , 3 s.s 103-117
- Cai Wenjia, Wang Can, Chen Jining ve Wang (2011). *Çin’in Enerji Politikalarının Yeşil Ekonomi ile Yeşil İşler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*, Energy Policy 36, 5994-6003

- Cangüzel, Taner Ahmet (2015). *Nükleer Enerji Santralleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geleceği ve Enerji Kaynak Çeşitliliği*, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. 1-12
- Chang Ting-Huan, Huang Chien- Ming ve Lee Ming- Chih (2009). *Ekonomik Büyüme Oranının, Enerji Fiyatındaki Bir Değişiklikten Dolayı Yenilenebilir Enerji Gelişimi Üzerindeki Eşik Etkisi: OECD Ülkelerinden Kanıtlar*, Energy Policy 37, 5796-5802
- Çoban Turhan, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Jeotermal Enerji www.TurhanÇoban.com makaleler/jeotermal enerji.pdf. Erişim Tarihi: 11.10.2018
- Çuhadaroğlu Hakan, Uyaroğlu Yılmaz, Yalçın Mehmet Ali, Pehlivan İhsan ve İmal Nazım (2007). *Hidrojen Enerjisi ve Yakıt Hücreleri Teknolojisi*, IV. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu.98-101
- Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli M Sağlam, T. S. Uyar <https://www.sabah.com.tr/ekonomi/2018/02/26/elektrik-uretim-potansiyeli-10-keban-baraji-ediyor>. Erişim Tarihi: 26.02.2018
- Emeç Hamdi, (2013). *Yapısal Değişiklik*, Erişim adresi [http://kisi.deu.edu.tr/hamdi.emec/eko2/4_Yap%c4%b1sal%20De%c4%9fi%c5%9fiklik\(10_04_2013\).pdf](http://kisi.deu.edu.tr/hamdi.emec/eko2/4_Yap%c4%b1sal%20De%c4%9fi%c5%9fiklik(10_04_2013).pdf) Erişim Tarihi: 23.03.2018
- EPDK, (2014). *Türkiye Yenilenebilir Enerji Ulusal Planı*,
- Erdoğan, Selahattin (2016). *Arz Güvenliği Bakışı İle Türkiye'de Enerji Politikaları*, Orion Kitapevi, Ankara.
- Eren Mehmet Vahit ve Ünal Ayşe Ergin (2019). Finansal Gelişmişlik ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ve Nedensellik Analizi, *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 18, Nisan s.s 527-556
- Ertuğrul Barış ve Güler Tolga(2014). Biokütle enerji potansiyelimiz, sakarya ticaret borsası www.stb.org.tr 1-5

- Ertürk Ferruh, Akkoyunlu Atilla ve Varınca Kamil (2006). *Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri, Tasarım Yayınları*, Sayı:14 1-87
- Eser Sözen, Gökhan Gündüz, Deniz Aydemir , Ersin Güngör (2017). *Biyokütle Kullanımının Enerji, Çevre, Sağlık ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi*, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 2017, ss 148-160
- Etimenkul, (2011). *Enerji Sektörü Raporu*, Eti Menkul A.Ş. Araştırma Bölümü Dünya Enerji Konseyi, Enerji raporu, Ankara: DEM-TMK
- Fındık, Alper Özlem (2018). *Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği*, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 8, Sayı 2, 2018 ss. 223-242
- Işıksoluğu Mehmet, Kurban Mehmet ve Dokur Emrah (2012). *Jeotermal Enerji Santrallerinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi*, ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu. 815-820
- İder, S. Kemal, (2003) *Hidrojen Enerji Sistemi*, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Dergisi, Sayı 134, İstanbul.
- Kapluhan, Erol (2014). *Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu*, *Marmara Coğrafya Dergisi*. Sayı.30 97-125
- Karadayı Sezen ve Ergan Zafer Hüseyin (2015). *“Geleneksel/ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Artırılması için Öneriler”*, EJOIR, IWCEA Özel Sayısı, Cilt 2. 2015:111-122
- Kavcıoğlu, Şahap (2015). *Enerji Sektöründe Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi*, Türkmen Kitapevi, İstanbul.
- Kaya Hakan, Kete Halil ve Aydın Sadık Mehmet (2017). *Türkiye’de Yaşam Beklentisi Tasarruf İlişkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı*, *Akademik Bakış Dergisi*, sayı:62 Temmuz Ağustos S. 368-380
- Kaymakçıoğlu Fatih ve Çirkin Tamer (2005). *Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi*, III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu.

Kılınç Savrul, Burcu (2016). *Enerji Ekonomisi: Türkiye'nin Enerji Sektörü ve Alternatif Enerji Kaynakları*, Dora Basım Dağıtım, Çanakkale.

Kutlar, Aziz (2005). *Uygulamalı Ekonometri*, Nobel Yayın Dağıtım.

Köse İsmail, Genç İbrahim ve Demiralp(2015). Türkiye'de yenilenebilir enerji potansiyelinin incelenmesi, *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, cilt:1 sayı:1 s.s. 10-19

Nurbay Nida ve Çınar Ali (2005). *Rüzgar Türbinlerinin Çeşitleri ve Birbirleriyle Karşılaştırılması*, III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu.

Oral Faruk, Behçet Rasim ve Aykut Kadir (2017). Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6/2. 29-38

Özşahin Şerife, Mucuk Mehmet ve Gerçeker Mustafa (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, Yıl: 4, Cilt: 4, Sayı: 4 s.s 111-130

Öztürk, Hasan Hüseyin (2008). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı*, Teknik Yayın Evi, Ankara. 2008

Pamir, Necdet (2017). *Enerjinin İktidarı*, Hayy Kitap, İstanbul

Pehlivan Ceren, Bingöl Nergis ve Özbay Ferhat (2017). İşsizlikle Faizin Türkiye'de Ekonomik Büyüme Etkisi: 1980-2016, *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, cilt 6 ,sayı 12, 2017 s.s. 15-29

Sağlam Gizem Cemre ve Ülke Aslı (2015). *Nehir Tipi Santraller ve Karadeniz Bölgesi'ndeki Örnekleri*, 4. Su Yapıları Sempozyumu, 449-458

Sağlam Mustafa ve Uyar Tanay Sıtkı (2005). *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu*: 2005:bs

Sakarya Beren, Ders Notu.2
.http://www.beren.sakarya.edu.tr/sites/beren.sakarya.edu.tr/ Erişim Tarihi:
11.10.2018

- Selici Tülay, Utlu Zafer ve İlten Nadir (2005). *Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi*, III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu.
- Sevüktekin Mustafa ve Nargileçekenler Mehmet (2010). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi EVIESWS Uygulamalı*, Nobel Yayın Dağıtım İstanbul.
- Shahbaz Muhammad, Loganathan Nanthakumar, Zeshan Muhammad ve Zaman Khalid (2015). *Pakistan'da Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Tüketimi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*, energy policy 44, 576-585
- Şekkeli Mustafa ve Keçecioğlu Fatih (2011). Hidroelektrik Santrallerin Türkiye'deki Gelişimi ve Kahramanmaraş Bölgesi Örnek Çalışması, *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14/2, 2011: 19-26)
- Tarı, Recep (2010). *Ekonometri*, Umuttepe Yayınları. Ankara.
- Topaloğlu Esat Emre ve Turaboğlu Turan Tuncay (2019). Finansal Bağımsızlık, Mali Özerklik ve Karlılık: BİST Kimya, Petrol, Plastik Endeksinde Faaliyet Gösteren Firmalar Üzerine Bir Araştırma, *Turkish Studies* cilt 14 sayı 2, s.s 785-799.
- Ulusoy Ahmet ve Daştan Baraktar Ceyda (2018). Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik vergisel teşviklerin değerlendirilmesi, *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 7.7.17, 123-160
- Uzunöz Meral ve Akçay Yaşar (2012). Türkiye'de Büyüme ve Enerji Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010, *Çankırı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 3.2, Kasım ss. 01-16
- Üçgül İbrahim ve Elibiyik Ufuk (2016). Okyanus Termal Enerji Dönüşüm (OTEC) Sistemi, *Erzincan Üniversitesi Erzincan University Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 9 87-94
- Ürker Okan ve Nesrin Çobanoğlu (2012). Türkiye'de Hidroelektrik santrallerin Durumu ve Çevre Bağlamında Değerlendirilmesi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt.3 Sayı.2, 65-88
- Yavuz, Selahattin (2009). Hatalar Ardışık Bağımlı (Otokolerasyonlu) Olan

Regresyon Modellerinin Tahmin Edilmesi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 23, Sayı: 3, s.s 123-140

Yaz, Fatih (2013). Çoklu regresyon analizinde varsayımlardan sapmaların incelenmesi. <http://www.ekonomianaliz.com/coklu-regresyon-analizinde-varsayımlardan-sapmalarin-incelenmesi/>, Erişim Tarihi 10.10.2018

Yenilenebilir Araştırma Raporu (2013). TR22 Marmara Bölgesi <https://www.tbmm.gov.tr>, Erişim Tarihi: 10.12.2018.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>, Erişim Tarihi: 11.10.2018.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/YEKDEM.aspx, Erişim Tarihi: 03.09.2019.

Yeşil, Mehmet (2015). *TRA2 Bölgesindeki Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu*, T.C. Serhat Kalkınma Ajansı, 1-78

Yılmaz, Mutlu (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 4(2), 33-54 (2012)

Yılmaz, Şayende (2015). *Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli ve Gelişme Durumu*, Eskişehir.

Yılmaz Mine ve Çınar Serkan (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:30, Sayı:1, ss. 55-78

Yi Hongtao (2013). *ABD Büyükşehir Bölgelerinde (MSA) Devlet, Yerel Temiz Enerji Ve İklim Politikalarının İstihdam Etkileri*, *Energy Policy* 56, 644-652

Zeybek, Ömer (2002). 1970 – 2001 Dönemi İçin Türkiye'de Mevduat Bankalarındaki Vadeli Mevduat Miktarı Üzerine Ekonometrik Modelleme Çalışması.

www.enerjiportal.com/resimler/tum-potansiyel-enerji-ihtiyacimizi-%57si-oraninda (10.10.2019)

www.enerjiatlas.com (10.10.2019)



ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nurettin ERDOĞAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 03.05.1994 /Sivas
e-posta : nurettinerdogan5858@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü	2016
Lise	Sadık Özgür Ticaret Meslek Lisesi Bilgisayarlı Muhasebe Bölümü	2012

İŞ TECRÜBESİ

Tarih	Kurum	Görev
2017-2019	Hüseyin göçer mali müşavirlik ofisi	Muhasebe Meslek Elemanı

Yabancı Dil Bilgisi

YDS () ÜDS () KPDS () YÖKDİL ()